DIE WIESBADENER MINERALQUELLEN

(Neue Beiträge zur Klärung ihrer geologischen Position), nebst einem Anhang über C. E. STIFFT's Ansichten über die Genese unserer Mineralquellen

Von FRANZ MICHELS, Wiesbaden

Mit 7 Abbildungen

Im Stadtgebiet von Wiesbaden liegen 27 gefaßte Mineralquellen, die außer der kalten Na-Cl-Quelle „Faulbrunnen“, als Na-Cl-Thermen zu bezeichnen sind. Die Lage der Quellen ist auf Abb. 1 ersichtlich. Sie ge-

Abb. 1. Geologische Skizze mit Eintragung der Wiesbadener Mineralquellen; die „Primärquellen“ sind als gefüllte Kreise dargestellt (entw. F. MICHELS). 1 Salmquelle, 2 Kochbrunnen, 3 Spiegelquelle, 4 Kleine Adlerquelle, 5 Große Adlerquelle, 6 Schützenhofquelle, 7 Faulbrunnen.

hören zu der wichtigen Gruppe der Mineralquellen, die wie eine Perlenschnur am Südrand des Taunus auf dem weithin streichenden und auch

verhältnismäßig breiten Randspaltensystem sitzen, an dem der Oberrheintalgraben gegen den Taunus abgesunken ist. Dieses Hauptspaltensystem zieht also etwa am Taunusrand entlang und vor allem auch parallel dazu, etwas innerhalb des alten Gebirges von West-Südwest nach Ost-Nordost in Richtung N-60-65°-O auf einer Linie von etwa Aßmannshausen — Rüdesheim — Kiedrich — Wiesbaden — Bad Nauheim (s. Abb. 2). Es verläuft dann nach NO unter dem Vogelsberg in Richtung zu den Zechsteinsalz-

Abb. 2. Geologisches Übersichtskärtchen des Taunus mit den wichtigsten Mineralquellen (entw. F. MICHELS).

lagerstätten bei Neuhof (bei Fulda) und südwestlich. Auf diesem Hauptspaltensystem werden auch ausgelaugte Salzlösungen nach SW transportiert (s. unten). Deshalb enthalten die Quellen, die aus diesem Spaltensystem gespeist werden vor allem Na-Cl-Lösungen (z. B. Bad Nauheim mit 34 g gelöste Salze je kg Wasser, Bad Homburg 17 g, Wiesbaden 8,8 g). Von diesem Hauptspaltensystem, das N-60-65°-O verläuft, fiedert in Wiesbaden ein wichtiges klaffendes Spaltensystem in Richtung N-35°-O ab. [Vgl. MICHELS (15). — Die Zahlen hinter den Autorennamen beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis am Ende dieses Aufsatzes.]

Auf diesem System von Fiederspalten, das im Serizitgneis verläuft (s. geologische Skizze Abb. 1 und geologisches Profil Abb. 3), steigen auf einer schnurgeraden Linie die Hauptquellen („Primärquellen“) hoch (s. Abb. 1), und zwar von NO aus nach SW: „Kochbrunnen“ mit den Satelliten „Salmquelle“ und „Spiegelquelle“, „Große Adlerquelle“ mit „Kleiner Adlerquelle“, „Schützenhofquelle“ mit „Gemeindebadquelle“ und „Faulbrunnen“. Der eigentliche Auftrieb (hydrostatisch und thermisch, zum Teil auch durch CO_2 bedingt) scheint dort zu erfolgen, wo dieses SW-NO streichende Fiederspaltensystem von den SO-NW streichenden Querspalten gekreuzt werden. Eine solche quarzerfüllte Querspalte war 1947 bei der Sanierung der Schützenhofquelle aufgeschlossen.

Aus diesem Spaltensystem im Serizitgneis dringt aber außerdem auch Mineralwasser des tiefen Untergrundes in die Sande und Bachschotter des nahen Untergrundes ein und läuft im Grundwassergefälle in Richtung Warmer Damm ab. Wenn früher in diesem Raum ein Brunnen gegraben wurde, so stieß man in etwa 4 bis 5 m Tiefe auf Mineralwasser (was auch bei allen tieferen Fundamentbauten bei Neu- oder Ergänzungsbauten eintritt und besondere Schutzmaßnahmen notwendig macht). So haben alle diese Quellen wie „Pariser-Hof-Quelle“, „Römerquelle“, „Sonnenberger Quelle“, „Dreililienquelle“ und wie sie alle heißen, fast ausschließlich sekundäres Wasser, also in der Hauptsache nur ein Überlaufwasser aus dem Hauptspaltensystem. Es hat sich nun bei einigen Baugruben der neuesten Zeit gezeigt, daß auch aus dem unterliegenden Serizitgneis, der bei etwa 5 bis 6 m unter Tag ansteht, etwas Mineralwasser aus kleinen Spältchen zusätzlich — also primär aus dem Felsuntergrund — herauslaufen kann.

Die Wiesbadener Thermal- und Mineralquellen waren alle bis 1952 (Neufassung der Adlerquelle 1953 bis 1954 durch Bohrungen s. unten), 1964 (Neufassung des Faulbrunnens durch Bohrung s. unten) und 1965/66 (zwei Bohrungen am Kochbrunnen s. unten) nur ganz flach gefaßt.

Prof. Dr. August Leppla (Wiesbaden), einer der führendsten Hydrogeologen seiner Zeit hat in den Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte Bl. Wiesbaden 1:25000 (6) folgendes ausgeführt:

„Die Fassungen und Dichtungen der von Kunstbauten bedeckten und eingeengten Quellen reichen nur 1 bis 2 m tief unter die Oberfläche, höchstens bis zum Kies hinab und nirgends so tief, daß fremde Beimischungen ferngehalten werden. Der bestehende Schutz erscheint ungenügend.“ Das ist die Ansicht, die sich 1921 bereits aufdrängte.

Die Wiesbadener Quellen sind uralt; sie sind vom Menschen seit mindestens 20000 Jahren [vgl. Michels (9, 12 und 14)] gelegentlich (s. unten) und seit der Römerzeit intensiv genutzt worden. Es hat sich bis vor kurzem noch keine quantitative und qualitative Schädigung gezeigt, abgesehen von einigen schnell wieder behobenen Beeinträchtigungen am

Geologischer Querschnitt durch Kurpark (Warmer Damm) und Adlerquelle, Wiesbaden

Abb. 3. Geologischer Querschnitt durch Kurpark (Warmer Damm) und Adlerquelle, Wiesbaden (entw. F. MICHELS).

Faulbrunnen und vorübergehenden Ölverunreinigungen an einigen Sekundärquellen. Kaum ein Quellensystem ist chemisch so exakt überwacht wie das Wiesbadener durch das Institut Fresenius (vgl. auch die laufenden Beobachtungsberichte des Laboratoriums Fresenius in diesen Jahrbüchern des Nassauischen Vereins für Naturkunde!), wobei früher noch keine Beanstandungen hinsichtlich Bakterien, also hygienische Schädigung, erfolgt sind. Die Stadt Wiesbaden hat auch seit vielen Jahren eine „Thermalkommission“ als Kommission zum Schutze der Thermalquellen eingesetzt. Diese hatte aber früher, auf den bisherigen Beobachtungen fußend, fast nur zu überwachen, daß die Quellen in ihrer Ergiebigkeit nicht geschädigt wurden, d. h. daß der hydrostatische Druck des Grundwassers in der Nachbarschaft der Quellen nicht geändert wurde, also mit anderen Worten, daß durch Neubauten, Kanalisation u. dgl. in dem Grundwasserstand keinerlei dauernde Veränderungen vorgenommen werden konnten. Deshalb mußte jeder Neubau angezeigt werden, deshalb wurde bei jedem Neubau der Grundwasserspiegel schärfstens von dem Tiefbauamt im Verein mit der Thermalkommission überwacht, und es wurde Sorge getragen, daß nach Fertigstellung des Baues immer wieder die alte Höhe des Grundwasserspiegels hergestellt wurde. So war es bisher niemals zu einer Schädigung gekommen.

Aber die Zeiten schreiten fort und mit ihnen die Zivilisation. Wir sind zur Ölheizung und unter anderem zu einem überstarken Automobilverkehr auch im Thermalbezirk gekommen; durch beides kann immer einmal Öl verplanscht und verschlappt werden. Vor allen Dingen können im Quellengebiet auch Heizölbehälter gefährlich werden. (s. o.)

Der stark erhöhte Lastverkehr kann durch Erschütterungen die Kanalisation in der Nähe solch flach gefaßter Quellen beschädigen, wie das vor einigen Jahren in der Nähe des Faulbrunnens sich ereignete. Einwirkungen des letzten Krieges hatten in der Nähe der Adlerquellen Zerstörungen gebracht, die eine Sanierung der beiden Quellen ratsam erscheinen ließ.

Aus allen solchen Gründen entschloß man sich, zur Sicherung der Quellen — vor allem auch im Hinblick auf spätere, möglichst kleine, aber um so wirksamere Quellschutzbezirke — zur Neufassung der wichtigsten Quellen durch Bohrungen, die zum Teil bereits durchgeführt sind oder gerade durchgeführt werden.

Um aber solche erstmaligen Bohrungen mit Erfolg ansetzen und ohne Gefährdung der bestehenden Mineralquellen durchführen zu können, müssen wir wissen, auf Grund welcher geologischen Vorbedingungen die jeweiligen Mineralwässer entstehen und den Weg zur Erdoberfläche finden.

Die Grundsubstanz der Mineralquellen ist das Wasser als Träger der die Mineralquellen charakterisierenden Komponenten. Von diesem Wasser der Thermal- und Mineralquellen wissen wir heute, daß nur ein ganz kleiner Teil aus Magmenherden des tiefen Erduntergrundes als Dampf

herauskommt und sich als „juveniles Wasser“ dem Grundwasser beimengt, worauf auch ganz neuerdings ROB. KÜHN (5) auf Grund seiner geochemischen Beurteilung hinweist, daß nämlich der erhebliche Cs-Gehalt durch Zufuhr von ascendenten juvenilen Wässern wahrscheinlich gemacht wird. Dieses juvenile Wasser macht aber wohl nur einen kleinen Promillesatz des Wassers aus, das tatsächlich das Substrat für die heilkräftigen Mineralien darstellt, die in dem natürlichen Mineralwasser gelöst sind. Wir können also sagen, daß das Wasser ganz überwiegend Niederschlagswasser (= „vadoses Wasser“) ist.

Die Einzugsgebiete der Hauptmasse des Niederschlagswassers selbst liegen ziemlich fern. Wo sie im Taunus liegen, kann nicht gesagt werden. Aber wir müssen schon mindestens annehmen, daß sie oben am Tauns-kamm liegen und daß das Wasser von dort auf sehr komplizierten Wegen sehr tief hinuntersteigt und auch sehr lange braucht, um wieder heraufzukommen. Die weiten und tiefen Wege des Wiesbadener Wassers sowie weites Klaffen der Thermalspalten [vgl. MICHELS (15) 1964] erklären auch, daß das Wasser mit größter Konstanz an Beschaffenheit und Menge — auf die das Institut Fresenius immer wieder hinweist — zutage tritt.

Eine Eigenschaft des Wassers fällt in Wiesbaden ganz besonders auf: die Temperatur. Die Wiesbadener Quellen gehören zu den heißesten Quellen, die wir in Europa überhaupt kennen. Das zwingt zur Frage, wo und wodurch die Aufheizung erfolgt. Wir wissen, wenn wir in einem normal gebauten Gebiet unserer Gegend in die Tiefe des Untergrundes eindringen, daß bei je 30 bis 35 m die Temperatur um je 1° C nach dem Erdinnern hin zunimmt. Das bedeutet, daß bei einer Temperatur des Wassers von 10° C in etwa 10 m unter der Oberfläche ein Hinabsteigen des Wassers bis etwa 2000 m erforderlich ist, damit es sich so aufheizt, daß es auf verschiedenen Kanälen mit einer Temperatur von 67° C (wie beim Kochbrunnen usw.), ja bis 70° C heraufkommen kann, wie wir es bei Bohrungen an der Adlerquelle in etwa 60 m Tiefe bemerkt haben. Es steigt also unser Wasser als Niederschlagswasser in große Tiefen hinab und wärmt sich dort gemäß der sog. geothermischen Tiefenstufe auf. Dazu kommen sicherlich auch noch Kalorien, die aus den erstarrten oder im Erstarren befindlichen Magmenherden im Untergrund abgegeben werden.

Als weitere bemerkenswerte Komponente der Wiesbadener Quellen tritt Kohlensäure auf, wenn auch nicht so viel, daß die Quellen als „Kohlensäuerlinge“ angesprochen werden können. Von der Kohlensäure, die bei der Adlerquelle immerhin etwa 450 mg/l beträgt, können wir sagen, daß sie ebenfalls aus solchen erstarrenden Magmenherden stammt. Derartige Magmenherde sind ja in unserer Gegend mit Sicherheit im Untergrund anzunehmen; sie haben in den Durchbrüchen von Basalt Anzeichen von ihrem Vorhandensein in der Tiefe nach oben geschickt. Wir kennen sie vom Erbsenacker an zwei Stellen, ferner am Weg nach Rambach sowie andernorts. Solche Basaltdurchbrüche sind aber auch sonst im Taunus

fast ebenso häufig wie in der Schwäbischen Alb. Diese Basaltröhren bringen aus großer Tiefe die Kohlensäure mit, die sich ebenfalls in großen Tiefen dem erwärmten Wasser beimischt.

Dieses Gemisch ist aber unter Druck in großen Tiefen imstande, aus dem Nebengestein verschiedene Mineralien als Hydrogenkarbonate herauszulösen, z. B. Kalzium-, Magnesium-, Eisen-, Natrium- und Kaliumverbindungen usw.

Aus den erstarrten Vulkanherden kommt wohl auch etwas Chlor und vor allem auch ein Teil des Schwefelwasserstoffs.

Der größte Teil der 8,8 g gelösten Salze in den Wiesbadener Thermen ist Kochsalz, korrekt müßte man sagen: eine Lösung von Natriumkationen + Chlorionen. Dieses Kochsalz wird aus den Salzlagerstätten unter dem Vogelsberg und aus der Gegend von Neuhof (bei Fulda) in Lösung herangebracht [vgl. Literaturhinweise Nr. (2, 5, 7, 13, 17, 19)]. Dafür gibt es eine Reihe von Beweisen, z. B. der typische Sulfatgehalt, der von H. DOMBROVSKI (17) erbrachte Nachweis von Zechstein-Bakterien in den Nauheimer Thermen und neuerdings auch die Untersuchungen von R. KÜHN (5), der betont, daß der „salinare Chemismus der Wiesbadener Thermen auf Grund einer damit gekoppelten Ableitung des Brom- und Rubidiumgehaltes offenbar auf Zechsteinsalze des Werra-Fulda-Gebietes" zurückgeht.

Insgesamt schütten die Wiesbadener Thermalquellen täglich über 2000 m^3 (= 2000000 l) Wasser und bringen täglich etwa 16000 bis 17000 kg (=etwa ein Eisenbahnwaggon voll) gelöste feste Bestandteile zutage, woraus man sich ein Bild machen kann, welche Salzmassen aus dem Untergrund in den langen Zeiträumen seit Bestehen der Quellen für die Wiesbadener Quellen herausgelöst sind! Erstaunlich ist die außerordentliche Konstanz der Wiesbadener Thermen hinsichtlich Konzentration, vor allem auch der Zusammensetzung bei Vergleich der Millival-Prozente der an der Mineralisation teilnehmenden Elemente [vgl. W. FRESENIUS (3)].

Im folgenden seien die Neufassungen bzw. Sanierungsarbeiten an den wichtigsten Wiesbadener Mineralquellen („Primärquellen") seit 1947 beschrieben:

Die „Schützenhofquelle" wurde 1947 saniert. Von dem Quelltümpel aus wurden auf dessen NN + 118,00 m gelegenen Sohle nach Abpumpen des Mineralwassers, dessen Spiegelhöhe dort auf NN + 119,94 m lag, zwei Stränge nach Westen (4 m lang) und Südwesten (4,78 m lang) getrieben. Beide erreichten einen Quarzgang, der ein nord-nordwestliches Streichen zeigte und mit größter Sicherheit identisch ist mit dem 2 m mächtigen Quarzgang, den CARL KOCH in den Erläuterungen zu Bl. Wiesbaden, I. Auflage, S. 62 beschreibt. Dieser Quarzgang, den auch schon SANDBERGER 1850 in Heft 6 der Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde erwähnt, zieht nach C. KOCH vom linken Gehänge des Nerotals, von dort über den Aussichtspunkt des Neroberges, dann

durch das untere Nerotal, ist dann von Tertiär bedeckt und wurde bei Fundamentarbeiten des Fachschen Hauses 40 m nördlich Schützenhofquelle in einer Mächtigkeit von 2 m angeschnitten.

Die geologische Lage — nämlich auf diesem Quarzgang, in dem auch kaltes Süßwasser zugeführt werden kann — erklärt die geringere Temperatur (49° C) und die geringere Konzentration (7184 mg/kg gelöste feste Bestandteile gegenüber 8924 mg/kg Wasser der Adlerquelle). Aus der geologischen Position ergibt sich, daß diese Quelle, die immerhin 180 l/min (= 3 l/sec) schüttet, nicht nur in Richtung N-35°-O (= Streichen der Fiederspalte), sondern auch besonders in Richtung NNW = Richtung des Quarzganges auf der Querspalte geschützt werden muß, wenn man nicht auch dort eine Bohrung niederbringt.

10 m östlich der Schützenhofquelle lag ein kleiner Satellit, die Schützenhofbadquelle, deren an sich schon ganz geringe Schüttung 1947 versiegte. 40 m süd-südöstlich der Schützenhofquelle liegt — anscheinend auf dem Quarzgang — ein weiterer Satellit, die Gemeindebadquelle, die in einem Tümpel von 4 × 4 m Fläche und 2 m Tiefe gefaßt ist; ihr Mineralwasser (8 bis 10 l/min) wird jetzt in den Abwasserkanal geleitet, seitdem das alte „Gemeindebad" geschlossen ist.

Die Große Adlerquelle (mit ihrem Satelliten Kleine Adlerquelle) stellt neben dem Kochbrunnen die wichtigste Therme Wiesbadens dar. Sie versorgt das Kaiser-Friedrich-Bad mit der Rheumaklinik. Infolge Bombenzerstörung von Gebäuden an der Adlerquelle war es erforderlich geworden, 1953 Tastbohrungen für Untergrunduntersuchungen auszuführen, da unmittelbar an der Adlerquelle ein Neubau erstellt werden sollte. Diese Tastbohrungen ließ das Städtische Tiefbauamt Wiesbaden (Sachbearbeiter Ing. MAHLKE) in fortwährender Zusammenarbeit mit dem Verfasser als Geologen niederbringen. Eine dieser Tastbohrungen von etwa 10 m Tiefe in dem Quelltümpel der Großen Adlerquelle brachte ein überraschendes, wichtiges Ergebnis. Die Bohrung setzte an auf der Sohle des Quelltümpels 2,60 m unter dem Spiegel der Adlerquelle (NN + 118,66 m). Sie durchstieß zunächst einige dm festen Quellsinter (überwiegend Kalziumkarbonat mit etwas Eisenhydroxyd), darunter bis 3,20 m unter Wasserspiegel graugrüne Grobsande und Bachkies, der aus gerundetem Quarz und Quarzit sowie aus mehr eckigen Stückchen von Serizitgneis und sonstigen Taunusgesteinen bestand. Der oberste Teil dieser Sande und Gerölle war noch reichlich verbacken durch Quellsinter, der nach oben abdichtend wirkte, denn schon beim Durchstoßen dieser unteren Schotter zeigte sich ein bemerkenswerter Auftrieb im Bohrloch. Von 3,20 bis 5,0 m unter Wasserspiegel folgten weiterhin grüngraue Grobsande, Kiese und Gerölle aus Quarz, Quarzit und mehr oder weniger flach gerundeten vordevonischen Gesteinen. Besonders wichtig waren die Schichten zwischen 4,00 und 4,30 m, also in einer Tiefe von 1,40 bis 1,70 m unter der Sohle der Adlerquelle, weil darin eine ganze Reihe von Steinwerkzeugen aus

ortsfremdem Feuerstein und Kieselschiefer von mir und meinen Mitarbeitern geborgen werden konnten, wobei auch ein Schlagstein aus Quarz gefunden wurde, der deutlich Schlagspuren trug (vgl. auch Profil Abb. 4 mit der Fundschicht). Der Mensch hat sich demnach damals Klingen, Kratzer, Bohrer u. dgl. nicht nur mitgebracht, sondern auch an Ort und Stelle zum Teil aus sprödem, einheimischen Material geschlagen. Die heißen Quellen, die ja heute noch mit nahezu 70° C sprudeln, spendeten erwünschte Wärme

Abb. 4. Profil durch den Quelltümpel der Großen Adlerquelle (gez. F. MICHELS)(aus Bildarchiv d. Kurbetriebe Wiesbaden).

und schenkten ihm auch die Salzlösungen zum Würzen des Fleisches seiner Jagdtiere, denn auch deren Zahnreste (Schmelz) als widerstandsfähigste Skeletteile sind in der gleichen Kieslage gefunden worden. Herr Prof. TOBIEN (Darmstadt) konnte freundlicherweise aus den ihm von mir vorgelegten Zähnen die Anwesenheit von Hirsch, Wildschwein, Pferd und Rind feststellen. Die Werkzeuge selbst, die von mir dem Wiesbadener Museum übergeben wurden und die jetzt dort zum Teil in der vorgeschichtlichen Abteilung (an der Außenseite der Nachbildung der Höhle von Lascaux) ausgestellt sind, habe ich an den klassischen französischen Fundstellen, vor allem in Les Eyzies und Laugerie Haute, mit den dort gefundenen verglichen. Ich konnte sie auch mehreren Fachspezialisten, unter anderem Dr. PEYRONY in Les Eyzies vorlegen. Nach diesen vergleichenden Untersuchungen gehören diese Werkzeuge wohl an die Grenze von Aurignacien-Magdalenien und dürften ein Alter von 15000 bis 25000 Jahren haben. Sie entstammen einer Zeit, in der die berühmten südfranzösischen Höhlenbilder, vor allem in Lascaux, entstanden sind, womit ich aber nicht unbedingt behaupten will, daß die dortigen Künstler nunmehr mit ihrem sauer verdienten Feuerstein eine Badereise nach Paläo-Wiesbaden

ausführten, zur Heilung ihrer rheumatischen Beschwerden, die sie sich bei den langen Malerarbeiten in den kalten, feuchten Höhlen zugezogen hatten.

In dieser Zeit haben also die heißen Quellen mit Sicherheit schon bestanden. Die Werkzeuge tragen ebenso wie die Schmelzkappen der Zähne und die Bachgerölle einen Überzug von Schwefelkies. Dieser hat sich nach der Auffüllung des damaligen Quelltümpels mit Bachschutt des Schwarzbaches durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf die Eisenkationen im Quellwasser in der Reduktionszone des Quellwassers unterhalb der Sinterschicht (s. Abb. 4) gebildet [vgl. auch F. MICHELS (9)]. Ob der Quelltümpel nur als Abfalloch diente oder aber ob der damalige Mensch seine schönsten Werkzeuge und die prächtigsten Jagdtierzähne einer Quellgottheit opferte, vermögen wir nicht zu sagen. Es ist bemerkenswert, daß die Werkzeuge nur bei den beiden Bohrungen im Tümpel der großen Adlerquelle gefunden wurden. Aus den übrigen vier Sondierungsbohrungen und bei den Ausschachtungen für Neubau Bellwinkel ergab sich trotz sorgfältigsten Durchsuchens kein weiteres Werkzeug.

Unter dem Bachkies mit der beschriebenen Fundschicht wurde ab 5,80 m bis 10,00 m Serizitgneis angetroffen, der von zahllosen Quarztrümern, aber auch von Schwefelkiestrümern durchsetzt war. Das Bohrrohr wurde bis 6 m unter den Wasserspiegel eingelassen. Dabei zeigte sich ein Wasserauftrieb bis zu 2,32 m über Tag. Es zeigte sich ferner ein wesentlich verstärkter Kohlensäuregehalt bis etwa 500 mg/l und beim Aufsetzen entsprechender Mundstücke eine frei springende Quelle (s. Abb. 5).

Ermutigt durch diese erfolgreiche Versuchsbohrung ließ die Stadt nach eingehenden Beratungen durch Prof. Dr. KAMPE (als Spezialist für den Mechanismus gasführender Quellen) und die „Thermalkommission" (Prof. Dr. MICHELS als Hydrogeologe, Dr. FRESENIUS als Mineralquellen-Chemiker und Berghauptmann GRAF für Fragen des Quellrechts) mit dem Tiefbauamt nunmehr 1954 eine 115 m tiefe Bohrung niederbringen.

Zusammengefaßt ergeben sich bei den von der Firma Heinrich Anger's Söhne ausgeführten Bohrungen folgende Schichtenfolgen nach der Bearbeitung durch F. MICHELS:

Große Adlerquelle. Lage: Bl. Wiesbaden 1:25000, Nr. 5915, R. 344567, H. 555013. Ansatz 2,60 m unter dem NN 118,66 m gelegenen Spiegel der Tümpelfassung. Beginn der Bohrung: 1. 3. 1954.

0— 2,60 m	Mineralwasser	
— 2,80 m	Gerölle (zum Teil aus Buntsandstein), Sande (künstliche Sohlenfüllung d. Quelltümpels).	rezent
— 3,20 m	Grobsand und Bachkies (Quarz, Quarzit sowie Serizitgneis) stark versintert (Sinter aus überwiegend Calziumkarbonat und Eisenhydroxyd).	Holozän

— 4,00 m	Bachkies, überwiegend Quarz überzogen mit einer Patina von Schwefelkies. Wasserauftrieb.	Holozän-Pleistozän
— 4,30 m	Hauptfundschicht von Steinwerkzeugen des späten Aurignacien sowie von Zähnen meist mit feinstem Schwefelkiesüberzug.	Pleistozän
— 4,45 m	Bachkies und -gerölle (Taunusmaterial).	,,
— 4,50 m	Dasselbe mit Holzteilchen (vielleicht von einer uralten Fassung).	
— 5,54 m	Bachgerölle (überwiegend Phyllite und Quarzite des Gedinne, fast alle überzogen mit feinstem Schwefelkies).	,,
—115,00 m	Serizitgneis mit vielen Quarztrümern; z.B. bei 9,10 m, 15,70 m, 20,00 m, 28,00 m, 39,00 m, 42,70 m, 56,00 m, 99,35 m, 114,00 m, zahlreichen Schwefelkiestrümern, besonders bei 25,00 bis 28,00 m, 32,00 m, 65,40 m, 76,00 m, 89,50 m. Stellenweise war der meist helle Serizitgneis stark kaolinisiert wie besonders zwischen 20,00 und 23,50 m.	Vordevon

Da die Schlumberger-Untersuchungen unterhalb 60,00 m geringere Temperaturen (bei 60,00 m betrug die Temperatur + 70° C) und geringere Konzentrationen antrafen, wurde das Bohrloch von 60,00 m bis 115,00 m wieder verfüllt. Die Bohrung ist bis auf 8,10 m (also bis NN + 110,56 m) u. T., bis 2,30 m in den Serizitgneis hinein abgedichtet. Auch diese Bohrung hatte einen Auftrieb, und zwar bis 1,70 m über Gelände.

Die Kleine Adlerquelle zeigte folgendes Profil (bearbeitet von F. Michels 1954): Bezugspunkt NN + 118,75 m Oberkante Umfassungsmauer.

0— 1,35 m	Thermalwasser.	
— 2,99 m	Blauer, zum Teil schwach sandiger Schlick.	Holozän al
— 3,22 m	Sand und Quarzkies, zum Teil mit Schwefelkiesüberzug	,, ,,
— 3,30 m	Ockergelber Quellsinter.	,, ,,
— 3,70 m	Quarzkies, Gerölle (Taunusmaterial) mit ockergelbem karbonatreichem Quellsinter, zum Teil mit Schwefelkiesüberzug.	Pleistozän
— 4,07 m	Bachkies, Taunusmaterial.	,,
— 4,37 m	Überwiegend Quarzgerölle.	,,
— 5,48 m	Bachkies, Taunusmaterial.	,,
— 6,00 m	Angewitterter Serizitgneis.	Vordevon

— 7,35 m	Hellgraugrüner Serizitgneis mit sehr viel Schwefelkies.	Vordevon
— 9,00 m	Weißgrüner Serizitgneis mit Quarztrümern (zum Teil mit Schwefelkies) und Schwefelkiesschnüren.	„
—10,70 m	Stark quarzdurchtrümerter Serizitgneis (überwiegend Quarz, anscheinend Quarzgang) mit Kaolinschnüren und Ausscheidungen von Schwerspat und sehr viel Quarz, Auftrieb bis 1,53 m über Gelände.	„

Die Bohrung ist bis in den Serizitgneis durch Zementierung abgedichtet.

Die große und die kleine Adlerquelle dürften nunmehr als auch nach den neuesten Anforderungen bestens gefaßte Mineralquellen gelten.

Aus beiden Bohrungen können über 370 l/min bequem gewonnen werden. Auf Anraten der Thermalkommission sind sie aber so gedrosselt, daß heute aus Bohrloch Große Adlerquelle 200 l/min vom Kaiser-Friedrich-Bad genutzt werden, aus der Kleinen Adlerquelle 25 l/min überlaufen und aus der alten Tümpelfassung etwa 50 l/min zum „Bäckerbrunnen“ (öffentliche Thermaltrinkquelle) hinfließen. Aus der Drainage Bellwinkel laufen 25 l/min in den Bäder-Ablaufkanal. Eine weitere Drosselung als auf 300 l/min war aus technischen Gründen nicht ratsam.

Das nunmehr erschlossene Wasser zeigt also eine höhere Schüttungsmenge als früher, die gleiche Zusammensetzung an festen gelösten Bestandteilen wie Kochbrunnen und alte Adlerquelle, den doppelten Gehalt an freier Kohlensäure (nahezu 500 mg/kg gegen früher rund 220 mg/kg) und vollkommen klares Wasser am Auslauf, d. h.: das zweiwertige Eisen ist noch in Lösung. Es hat ferner einen derartigen Überdruck, daß bei entsprechender Fassung ein springender Thermalsprudel zu erzielen gewesen wäre (vgl. Abb. 5).

Da aber nach entsprechenden Vorversuchen — wobei eine Behelfsanlage mit Unterstützung von Maschinenmeister Häuser und von Ing. Mahlke (Tiefbauamt) nach Beratung mit den bereits oben genannten Sachverständigen erstellt wurde — es sich zeigte, daß bei Entnahme des Wassers aus tieferen Teilen des Bohrlochs unter Druck unter entsprechender Abkühlung ein Wasser erzielt werden konnte, das mit nennenswertem Gehalt an Kohlensäure, die sich perlend auf der Haut absetzte, klar in die Badewanne geleitet werden konnte, verzichtete man hier an der Adlerquelle auf den möglichen Springer, zumal ein Gutachten von Prof. Kühnau zur balneologischen Ausnützung des Wassers riet. Außerdem wurde von mir bereits im September 1954 dem Stadtbauamt die Möglichkeit der Erbohrung einer heißen Springquelle im

Kochbrunnengelände, und zwar vor allem an der etwa 40 m nordöstlich des Kochbrunnens gelegenen „Salmquelle“ als gegeben bezeichnet, was aber damals auf spätere Zeit verschoben wurde.

Nach Konstruktion von Baurat FREIHEN und Ing. WILLE vom Städtischen Hochbauamt Wiesbaden, wurde nunmehr im Oktober 1958 eine Gegenstromanlage fertiggestellt, die das Wasser von 68° C aus einer Tiefe von 14 m unter Wasserspiegel durch Pumpanlage erhält. Das Thermalwasser umfließt unter Druck in Kesseln Rohrschlangen mit kaltem Süßwasser. Das Thermalwasser verläßt die Gegenstromanlage mit 45 bis 50° C und in einer weiteren Leitung mit 20 bis 25° C und kann in den Badewannen zur gewünschten Badetemperatur gemischt werden. Das Süßwasser wird bis zu 60° C erwärmt und dient u. a. zur Heizung des Kaiser-Friedrich-Bades, wodurch die Kosten für Brennstoffbedarf im Kaiser-Friedrich-Bad um 50000 bis 60000,— DM jährlich vermindert werden (vgl. E. KLOTZ: Wiesbadener Thermalquellen. Heilbad u. Kurort, 11. Jg., Nr. 9. Gütersloh 1959).

So ist — indirekt veranlaßt durch schwere Bombenschäden — den uralten Heilwässern Wiesbadens, die nur ganz flach gefaßt sind, eine nach den modernsten Gesichtspunkten gefaßte und ausgenutzte Quelle neu erstanden, aus der ein Wasser ohne jede „chemische Veränderung, die seine Heilwirkung verändern könnte“ (Prof. KÜHNAU) dem Kaiser-Friedrich-Bad zur Verfügung steht, das jetzt in ganz anderem Umfang dem Heilbad Wiesbaden dienstbar ist.

Der Faulbrunnen — Wiesbadens beliebte kalte Mineralquelle — wurde in jüngster Zeit (1964) durch eine Bohrung neu gefaßt.

Der alte Faulbrunnen war durch einen flachen, nur 7,50 m tiefen Schacht aus Trockenmauerwerk erschlossen. Der Quellspiegel lag bei NN + 116,46 m. Der Zufluß (meist aus Bachgeröll) in die Pumpenkammer betrug 25 l/min. Von der Pumpenkammer wurden durch eine Kreiselpumpe 12 bis 15 l/min zur Zapfstelle in der Glashalle gepumpt. Da in der Nähe des Faulbrunnens ein Abwasserkanal in der Bleichstraße vorbeiführt, der ebenfalls in den Bachschottern verläuft, war der alte Faulbrunnen im höchsten Maße hygienisch gefährdet. Im Herbst 1961 erfolgte dann auch eine Verseuchung mit Keimen, als ein Teil des Trockenmauerwerks defekt geworden war. Dieser Schaden konnte nach einigen Wochen behoben werden. Als aber durch einen geplanten Neubau in der Nähe des Faulbrunnens durch tiefe Ausschachtungen und Wasserhaltung erneute Gefahren drohten, entschloß man sich nach den Vorschlägen des Verfassers, der Thermalkommission und des Tiefbauamts zu einer etwa 30 m tiefen „Schutzbohrung“, die 1964 durch die Firma H. Anger's Söhne rechtzeitig begonnen wurde; denn kaum hatte die Wasserhaltung des Neubaus begonnen, als schon eine neue bakteriologische Verunreinigung zur Schließung des alten Faulbrunnens zwang.

Die Bohrung liegt etwa 8 m nordwestlich des alten Faulbrunnenschachts auf Bl. Wiesbaden 1:25000 Nr. 5915 R. 3445399 H. 5549705, Höhe NN + 119,03 m. Sie zeigte zusammengefaßt folgende Schichtenfolge (Bearbeiter F. MICHELS 8. 6. bis 25. 6. 1964):

0— 1,90 m	Aufgeschütteter Boden.	rezent
— 5,60 m	Bachgeröll zum Teil lehmig (meist Quarz und Taunusmaterial).	holozän und pleistozän ag/dg
— 7,10 m	Schlick und plastischer Ton.	Untere tert. Hydrobien-schichten bzw. tert. Corbicula-schichten
— 9,00 m	Feinsandiger Ton mit Röhrchen und Bänkchen von Schwefelkies (Aufstiegswege von Mineralwasser ?).	,,
—12,50 m	Schwarze, feinsandige Tone mit Schwefelkiesröhrchen (Mineralwasser-Aufstiegswege).	,,
—14,40 m	Grauer Ton, dicht.	Corbicula-Cerithien-schichten ?
—14,90 m	Grobes Geröll (15 cm) Taunusmaterial.	,,
—15,90 m	Graue Sande mit Hornsteinknollen und Schwefelkies.	,,
—16,80 m	Sande, Tone und lignitische teilweise eingekieselte Braunkohle (zum Teil mit reichlich Schwefelkies, verwittert).	,,
—18,50 m	Tone hell grünlich (eingeschwemmter Serizitgneis).	,,
—19,25 m	Braune Transgressionszersetzungsprodukte (Brauneisen, Hornstein).	,,
—20,50 m	Serizitgneis (überhängende Klippen).	Vordevon
—22,10 m	Braunkohlenstücke und Braunkohlengerölle in Hohlkehle!	Cerithien-schichten
—27,20 m	Quarzgangzone in Serizitgneis zum Teil mit Brauneisen und Barytkugeln.	Vordevon
—28,50 m	Ausstehender graugrüner Serizitgneis.	,,

Die Bohrung wurde eingestellt, nachdem bei den Pumpversuchen das Bohrziel, ein qualitativ dem alten Faulbrunnen ähnliches Wasser zu erschließen, erreicht war. Der Ruhewasserspiegel lag bei 0,06 m unter Tage, der neue Brunnen zeigt also einen beachtlichen Auftrieb. Beim Absenken

auf — 5,93 m unter Gelände konnten im Dauerpumpversuch 29,5 l/min = 42,48 m³/täglich gepumpt werden (gegenüber 25 l/min des alten Faulbrunnens) mit 18° C (17,4° C) und 6229 mg/kg (5202) gelöste feste Bestandteile (nach Analysen Laboratorium Fresenius).

Die geologische Deutung des Bohrprofils erscheint auf den ersten Blick schwierig. Im Gegensatz zu den Bohrungen an der Adlerquelle und ganz neuerdings am Kochbrunnen, in denen unter holozänen (alluvialen) und pleistozänen (diluvialen) Bachkiesen in 6 bis 8 m unter Tag unmittelbar vordevonischer Serizitgneis ansteht, sind am Faulbrunnen noch tertiäre Schichten vorhanden. In diesen fehlen hier jegliche Fossilien. Die ehemaligen Kalke sind durch Einwirkung der Mineralwässer weggelöst oder in Hornsteine umgewandelt. C. Koch (4) rechnet in den alten Erläuterungen zu Bl. Wiesbaden, S. 15 ähnliche Bildungen etwa an der Emser Straße zu den mitteloligozänen Meeressanden. A. Leppla (6) stellt ähnliche sandige und tonige Ablagerungen an der Schönen Aussicht und an der Emser Straße zu den Hydrobienschichten. Wegen der Höhenlage (Oberkante Tertiär hier im Bohrloch bei NN + 113,43) halte ich pliozänes Alter für ganz unwahrscheinlich, da ja das Aquitan (mit Pflanzenresten!) am Cansteinberg in etwa NN + 135,00 m auf Serizitgneis transgrediert. Am wahrscheinlichsten scheint mir für diese strandnahen Bildungen hier untermiozänes Alter (Corbicula- und untere Hydrobienschichten), zumal ja in der Gegend von Wiesbaden Braunkohlenschmitzchen auch in den Unteren Hydrobienschichten vorkommen.

Ebenfalls überraschend erscheint die Wechselfolge von Tertiär mit Serizitgneis und Quarzgang. Sie erklärt sich aber sofort, wenn wir auch hier, wie wir es anderswo in der Brandungszone des Tertiärmeeres z. B. an der Würzmühle bei Alzey oder am Hof Groroth bei Frauenstein und am Cansteinberg kennen, Klippen des alten Gebirges (hier Serizitgneis und Quarzgang) annehmen, an denen sich Hohlkehlen bilden, in denen tertiäre Schichten zur Ablagerung kamen. Dabei können gelegentlich auch überhängende Partien des alten Gebirges in die jungen Sedimente abstürzen und eingebettet werden, wie z. B. der Serizitgneis zwischen 19,25 und 20,50 m in der Bohrung. Es kommt hinzu, daß die von mir angenommene Klippe durch einen NW-streichenden alten Quarzgang gestützt wurde. Einen ähnlichen Quarzgang, der „nicht der Tertiärformation anzugehören schien, sondern als das oberste Ende eines in den Schichten des Serizitgneises brechenden Quarzganges zu betrachten sein dürfte", beschreibt C. Koch (4), S. 14. Er beschreibt auch dort in der Nähe des Quarzganges „Leberopal", verschiedenartige oxydische Eisenverbindungen, kleine Kristalle von Schwerspat, also alles Bildungen, wie wir sie auch aus der Bohrung am Faulbrunnen kennen. Diese Bildungen, wie auch der in der Faulbrunnenbohrung beobachtete Schwefelkies, sind unter Einwirkung des in der Gangzone zirkulierenden Mineralwassers entstanden.

Die Bohrung ist von oben bis 12,00 m unter Tag mit Westerwälder Ton, zum Teil mit Schwerspatmehl gegen das Erdreich abgedichtet. Dadurch dürfte keine Verbindung mehr mit dem in den oberen Bachgeröllen (zwischen 1,90 und 5,60 m) — in denen auch der Abwasserkanal der Bleichstraße liegt — zirkulierenden Grundwasser möglich sein, zumal über den zwischen 14,40 und 14,90 m liegenden mineralwasserführenden Geröllen von 6,00 bis 14,40 m meist zum Teil sehr dichte tonige Schichten vorhanden sind. Nach den bei der Bohrung gemachten Beobachtungen darf ferner als sicher gelten, daß die durch die Bohrung angeschnittenen und zum Teil etwas zerschlagenen Aufstiegswege mit einem neu gebildeten Film von Schwefelkies bereits ausgekleidet und dadurch zusätzlich gegen Verunreinigung geschützt sind. Die Fassung der in den Schichten von 14,40 bis 27,80 m unter Tage zirkulierenden Mineralwässer wurden von mir in voller Übereinstimmung mit den anderen Mitgliedern der Thermalkommission aus folgenden Gründen empfohlen:

1. War mit 28,50 m Bohrtiefe die dem Bauherrn zur Bedingung gemachte Wassermenge mit der geforderten Konzentration nachgewiesen.

2. War mit größter Sicherheit zu erwarten, daß bei einer Vertiefung auf 50 m in den Serizitgneis und bei Entnahme des Wassers nur aus dem Serizitgneis nach Abdichtung aller Deckschichten bis etwa 30 m ein Wasser mit einer Temperatur von mehr als 20° C, mithin eine Therme erzielt worden wäre, die aber den Charakter des Faulbrunnens als einziger kalten Mineralquelle Wiesbadens grundlegend geändert hätte.

3. Wurde befürchtet, daß nach Abdichtung der im allgemeinen mehr H_2S führenden tertiären Schicht aus dem Serizitgneis ein schwefelwasserstoffarmes Wasser gewonnen würde, das eben kein Faulbrunnenwasser mehr wäre.

Es wäre natürlich ein leichtes gewesen, in jeder Weise ganz sicher zu gehen und auf 50 m zu bohren und alles über 30 m abzudichten (eine solche zweite Bohrung ist sowieso schon zusätzlich von der Thermalkommission im Hinblick auf weitere dortige Neubauten als notwendig empfohlen), aber aus den oben geschilderten Gründen mußten alle sich aus der geologischen Position des Faulbrunnens ergebenden Möglichkeiten ausgenutzt werden, den Charakter des bei dem Wiesbadener und sonstigem Kurpublikum besonders beliebten Faulbrunnen zu erhalten. Es war eine Tücke des Zufalls, daß anscheinend der Filterkies, der offen an der Straße gelagert war, durch Straßenstaub und dergleichen verunreinigt wurde, so daß es längere Zeit mit Abpumpen dauerte, bis diese neue „Schutzbohrung“ ab 5. November 1964 hygienisch völlig einwandfreies Wasser lieferte. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß dieses Wasser einwandfrei bleibt, solange keine neuen Eingriffe in die Hydrostatik dort durch neue Grundwasserabsenkungen erfolgen. Sollte aber überhaupt noch einmal daran gedacht

werden, in der „Nähe“ des Faulbrunnens, also im Umkreis von etwa 100 m Neubauten mit Grundwasserabsenkung zu errichten, so muß vorher diese zweite Bohrung — und zwar am besten wie bereits vorgesehen — 8 m nordöstlich (N — 35° — O) des alten Faulbrunnenschachtes etw 50 m hinabgebracht werden und von der Tagesoberfläche bis etwa 30 m Tiefe absolut abgedichtet werden. Dann hätte der Faulbrunnen wahrscheinlich zwei verschiedene Wässer (kalt und warm, letzteres mit höherer Konzentration), von denen mindestens eine Quelle mit größter Wahrscheinlichkeit bei Wahrung eines entsprechenden Fassungsbereiches immer zur Benutzung zur Verfügung steht. Das wären dann neben den Adlerquellen wiederum ebenfalls modern gefaßte Quellen, die auch inmitten der Großstadt hygienisch und chemisch geschützt werden können.

Als vierte Quellgruppe der sog. Primärquellen auf dem Wiesbadener Thermalspaltensystem ist noch der Kochbrunnen mit seinen Satelliten Spiegelquelle (unmittelbar südwestlich Kochbrunnen) und Salmquelle (35 m nordöstlich Kochbrunnen N-35°-O) zu besprechen.

Der Kochbrunnen ist Wiesbadens bekannteste Quelle. Er ist in einem achteckigen Tümpel von 3,80 m Durchmesser gefaßt. (Früher lag der Tümpel einige wenige Meter näher dem Römerbad). Der Tümpel ist ganz flach. Die Sohle ist — da aus Quellsinter bestehend — sehr unregelmäßig. Im Durchschnitt liegt sie kaum 1 m unter dem Wasserspiegel, der bei NN + 118,89 liegt. Durch neun genau ausnivellierte Verteilerscharten läuft der Überlauf von zur Zeit etwa 290 l/min den Anteilbesitzern zu ($^6/_9$ Stadtgemeinde Wiesbaden für Trinkhallen Saalgasse und Brunnenkolonade, $^1/_9$ Schwarzer Bock, $^1/_9$ Hotel Rose, $^1/_9$ Römerbad). Beim alljährlichen Reinigen des Kochbrunnens kann man beobachten, daß das Thermalwasser aus röhrenförmigen Öffnungen des Quellsinters völlig klar (mit 2wertigem Eisen) in den Tümpel eintritt, in dem nach Verlust der Kohlensäure im Wasser aber das Eisen sofort in 3wertiges Eisen umgewandelt wird und als Eisenhydroxyd die bekannte rotbraune Farbe des Wiesbadener Thermalwassers ergibt.

Der Kochbrunnen ist bei seiner Lage mitten im Verkehr in unmittelbarer Nähe von Wohnhäusern und Straße die hygienisch und chemisch (Öl!) am meisten gefährdete Therme Wiesbadens. Es wurde von hydrologischer Seite (Leppla, Kampe, Michels u. a.) immer wieder auf diese unsichere Fassung hingewiesen. Bereits vor mehr als 10 Jahren wurde von mir im Einvernehmen mit der Thermalkommission eine Neufassung des Kochbrunnens durch Bohrungen — besonders nach dem großen Erfolg der Neufassung der Adlerquelle durch Bohrungen — empfohlen.

In einem ausführlichen Gutachten vom 17. 3. 1964 für den Magistrat der Stadt Wiesbaden (Tiefbauamt) habe ich die Möglichkeiten behandelt, durch Versuchsbohrungen im Kochbrunnengelände die Vorbedingungen zu schaffen, um den Kochbrunnen selbst durch eine große Hauptbohrung zu sanieren und ihn gegen drohende Verunreinigungen zu schützen.

Durch die Bohrungen sollte einmal der Versuch gemacht werden, etwa im Grüngelände östlich der „Salmquelle" (35 bis 42 m nordöstlich Kochbrunnen) einen Springer zu erzielen, da durch die eigenartige Relation von Temperatur (49° C) — Konzentration (4484 mg/kg Cl) — Schüttung (4 l/min) bei der Salmquelle im Vergleich zu den gleichen Komponenten am Kochbrunnen (65,5° C, 4593 mg/kg Cl und nahezu 300 l/min) (vgl. auch Analyse Dr. FRESENIUS vom 3. September 1963, in meinem Gutachten ausgewertet) der Schluß naheliegt, daß die Quellwege der Salmquelle durch Sinterbildungen derart eingeengt sind, daß das kalte normale Grundwasser in den alten Talschottern des Schwarzbaches das nur langsam durch die schmalen Sinterkanäle der Salmquelle strömende Thermalwasser von außen her abkühlen kann. Dabei hat es selbst keinen Zutritt zu dem Thermalwasser und kann dessen Konzentration nicht herabsetzen (wie das andererseits bei Schützenhofquelle und Faulbrunnen der Fall ist). Unter dieser Sinterschicht der Salmquelle dürfte dort das Thermalwasser vor allem im Serizitgneis ebenso gespannt sein, wie es bei der Adlerquelle der Fall war, wo eine anfängliche Steighöhe von 2,32 m über Tage und nach der endgültigen Fassung von 1,70 m über Tage festgestellt werden konnte.

Es wurde deshalb die erste Versuchsbohrung von 15 bis 60 m Tiefe nordöstlich der Salmquelle auf dem Thermalspaltensystem, das bestimmt vom Kochbrunnen über Salmquelle in Richtung Geisbergstraße 17/19 [vgl. F. MICHELS (15)] weiterläuft, vorgeschlagen. Diese Bohrung zielt also auf das unter der in etwa zwischen 3 bis 4 m Tiefe erwarteten Sinterschicht in Bachschottern und vor allem in Spalten des Serizitgneis zirkulierende gespannte Thermalwasser, das aus der Bohrung wahrscheinlich artesisch hochsteigt und möglicherweise den erwarteten Springer ergibt. Eine weitere Versuchsbohrung könnte in der vor etwa 10 Jahren geschaffenen Grünfläche, und zwar auf dem südlich gelegenen Schnittpunkt zweier Kreise, die man von Salmquelle und vom Kochbrunnen aus mit je 35 m Radius schlägt, niedergebracht werden. Auch hier wurde unter einer etwa in den Bachschottern vorhandenen Sinterschicht, zum mindesten aber in dem in 6 bis 8 m Tiefe folgenden Serizitgneis in der Nähe des Thermalspaltensystems ein gespanntes Thermalwasser erwartet, das wahrscheinlich auch einen Springer bringt. Daß in den Spältchen und Trümern des Serizitgneises südöstlich der Hauptthermalspalte ebenfalls primär ascendentes Thermalwasser zirkuliert, ist nach meinen Beobachtungen bei den früheren Fundamentarbeiten in der Webergasse verbunden mit der Neufassung der Drei-Lilienquelle so gut wie sicher [s. auch MICHELS (10b) S. 5]. Auf solche „Thermalwasser bringende Nebenspältchen im Serizitgneis direkt unter den Fassungen einiger Sekundärquellen" weist auch bereits C. KOCH (4) ausdrücklich hin.

Für eine Versuchsbohrung III wurde ein Punkt zwischen Kochbrunnen und Salmquelle — etwa 15 m nordöstlich des Kochbrunnens — vorge-

sehen, wobei aber mit der Möglichkeit gerechnet wurde, daß während der Bohrarbeiten der Kochbrunnen beeinträchtigt werden könnte. Das wäre aber ohne Bedeutung, wenn eine der anderen Versuchsbohrungen Erfolg hätte und vorübergehend Thermalwasser in gleicher Menge und Güte an die Bezugsberechtigten des Kochbrunnens abgeben könnte.

Bei allen diesen Versuchsbohrungen sollten wertvolle Aufschlüsse gewonnen werden über Steighöhe des dortigen Thermalwassers, seinen möglicherweise höheren Kohlensäuregehalt und über seine zusätzlich zu der Kochbrunnenschüttung gewinnbaren Mengen. Es ist selbstverständlich, daß während dieser Arbeiten die Schüttung des Kochbrunnens und der anderen Thermalquellen einschließlich Adlerquelle genau überwacht wird; im Falle einer merkbaren Beeinträchtigung des Kochbrunnens könnten die Versuchsbohrungen jederzeit mit bereit liegenden Kugeln aus feuchtem Ton und Schwerspatmehl absolut dicht verschlossen werden, so daß eine Dauergefährdung des Kochbrunnens ausgeschlossen ist.

Aus den gewonnenen Erfahrungen an diesen Versuchsbohrungen könnten dann die nötigen Schlüsse für die Sanierung des Kochbrunnens durch eine Bohrung von etwa 100 m Tiefe gezogen werden. „Möglicherweise kann aus den ersten beiden, bzw. drei Versuchsbohrungen so viel Thermalwasser (von Kochbrunnenbeschaffenheit) gewonnen werden, daß damit die Bezugsberechtigten an Kochbrunnenwasser (s. oben) für die Dauer der etwaigen Bohrarbeiten zur endgültigen Sanierung des Kochbrunnens im Kochbrunnen oder direkt daneben (Richtung Römerbad) mit genügend Thermalwasser versorgt werden können, was ich für wahrscheinlich hielt.

Der Satellit „Salmquelle“ ist oben schon besprochen. Gerade weil die Salmquelle eine Schüttung von nur 4 l/min aufweist und balneologisch nicht genutzt wird, scheint ihre Umgebung besonders geeignet für eine Versuchsbohrung.

Unmittelbar südwestlich des Kochbrunnens liegt als weiterer Satellit die „Spiegelquelle“. Sie ist ebenfalls nur flach gefaßt. Im Gegensatz zum Wasserspiegel des Kochbrunnens (NN + 118,88 m) liegt der Wasserspiegel der Spiegelquelle bei nur NN + 117,63 m. Das überlaufende Thermalwasser (70 l/min, 65° C, Konzentration wie der Kochbrunnen) geht zu je $^1/_3$ an Stadtgemeinde Wiesbaden, Haus am Kurpark und Nassauer Hof.

Die ungleichen Spiegelhöhen von Kochbrunnen und Spiegelquelle sind ein weiterer Beweis dafür, daß durch die starke Versinterung nur verengte Ausflußwege vorhanden sind, die nicht in der Lage sind, das gesamte unter diesen drei Quellen (Kochbrunnen, Spiegelquelle und Salmquelle) liegende gespannte Wasser zutage treten zu lassen. Ein großer Teil dürfte in den tieferen Bachschottern nach Richtung Warmer Damm ungenutzt oder bestenfalls, zum Teil von den Fassungen der Sekundärquellen erfaßt, abströmen.

Durch die oben genannten Bohrungen dürfte sich also mit allergrößter Wahrscheinlichkeit die Thermalwassermenge am Kochbrunnensystem wesentlich vermehren lassen. Außerdem kann dieses neu gefaßte Wasser gegen Verunreinigung entsprechend geschützt werden.

Hinzu kommt, daß hier mit größter Wahrscheinlichkeit mit einem „Springer" gerechnet werden kann, der ein Schaustück für Kurgast und Fremdenverkehr abgeben könnte, ohne dem Kochbrunnen zu schaden.

So weit der Inhalt meiner gutachtlichen Vorschläge vom 17. März 1964 und 13. März 1965.

Im Zuge aller dieser Erwägungen über Sanierung des Kochbrunnens und endgültige Gestaltung der Thermalquellenschutzgebiete, worüber ich dem Magistrat nach eingehenden Besprechungen mit dem Stadtbauamt (Stadtbaurat SIMON, Baudirektor JESSE, Baurat BECKER und Ing. KLEINSCHMIDT) und den beiden anderen Herren der Thermalkommission mündlich und schriftlich gutachtlich berichtete, beschloß der Magistrat die Niederbringung der Versuchsbohrungen.

Darauf wurde am 26. Oktober 1965 mit der Versuchsbohrung I 8 m nordöstlich der Salmquelle begonnen. Die Bohrung wurde täglich technisch überwacht durch das Städtische Tiefbauamt (Sachbearbeiter Ing. KLEINSCHMIDT), das auch die laufende Beobachtung des Kochbrunnens, der Spiegelquelle, Römerquelle und Salmquelle sorgfältigst ausführte. Die laufende chemische Untersuchung erfolgte durch das Chemische Laboratorium Fresenius. Hydrogeologisch wurde die Bohrung durch den Verfasser laufend betreut, der auch im engsten Benehmen mit der Thermalkommission alle notwendigen Vorschläge über Abdichtung, Pumpversuche, Springerversuche und dergleichen dem Tiefbauamt in stetiger Zusammenarbeit unterbreitete.

Die Bohrung wurde von der bekannten Spezialfirma für Mineralquellenbohrungen Anger's Söhne, Hess. Lichtenau ausgeführt (Bohrmeister: Herr LANGE). Nachfolgend die Daten über Versuchsbohrung I an der Salmquelle.

Lage: Bl. Wiesbaden 1:25000 Nr. 5915 R. 344586 H. 5550325 (42 m nordöstlich, Mitte Kochbrunnen). Geländehöhe über NN + 120,33 m. Auftraggeber: Magistrat der Stadt Wiesbaden (Tiefbauamt). — Zweck: Versuchsbohrung hinsichtlich Beschaffenheit, Konzentration, Temperatur, Menge und Auftrieb (Steighöhe) des Wassers als Voruntersuchung für die Sanierung des Kochbrunnens. — Angesetzt auf Grund hydrogeologischer Gutachten von Prof. Dr. F. MICHELS, Wiesbaden. — Bisheriges Ergebnis: voller Erfolg. s. unten. — Durchmesser: 1000 mm bis 1,70 m u. T.; 600 mm bis 8,18 m (verrohrt); 470 mm bis 13,03 m (verrohrt); 440 mm bis 47 m (am 7. Dezember 1965). — Wasserstände im Bohrloch (bzw. Aufsatzrohr 470 mm): bei 4,65 m Bohrlochtiefe = — 2,55 m u. T.; bei 7,35 m Tiefe = — 2,65 m u. T.; bei 13 m Tiefe = — 1,57 m u. T.; bei 14,15 m Tiefe =

+ 10 cm ü. T.; bei 18,50 m = + 1,15 m ü. T. (10. November 1965); bei 23 m Tiefe = + 1,95 ü. T.; bei 28,70 m Tiefe = + 2,20 m; bei 31,40 m Tiefe = + 2,40 m ü. T.; bei 39 m Tiefe = + 2,45 m ü. T.; bei 41,90 m = + 2,55 m ü. T.; bei 43,80 m Tiefe = + 2,55 m ü. T.; bei 47 m Tiefe = 3 m ü. T. — Bearbeiter der Bohrproben: Prof. Dr. F. MICHELS, Wiesbaden (laufend vom 26. Oktober 1965 bis 7. Dezember 1965).

Angetroffene Schichten

Teufe	Gesteinsbezeichnung	Geologische Bezeichnung
0— 0,50 m	Lehm, Mutterboden und Kulturschutt.	as Alluvium
— 0,70 m	Mörtel und sonstiger Kulturschutt.	„ (Holozän)
— 1,20 m	Kulturschutt mit Knochen und vielen roten Ziegeln.	„ „
— 1,70 m	Kulturschutt (mit Tonkrughenkeln).	„ „
— 1,80 m	Bachgerölle (Quarz, Quarzit, Kalke des Aquitan, Serizitgneis, Tonschiefer, Scherben).	ag „ „ „
— 2,80 m	Bachgerölle (Quarz, Quarzit, Kalke des Aquitan, Serizitgneis, Tonschiefer, Scherben), mit glasierten Scherben (Mittelalter).	„ „
— 4,50 m	Bachgerölle mit schwarzen Knochen (Katze ?), Scherben mit vielleicht römischem Henkel (gemäß H. WAGNER, Amt für Bodenaltertümer Wiesbaden). Wasserstand: — 2,55 m u. T.	„ „
— 4,65 m	Hellgrauer Bachkies (Quarz, Serizitgneis). Temperatur 31° C.	„ „
— 5,30 m	Bachkies, zum Teil stark verockert (Sintervertretung).	dg Pleistozän (Diluvium)
— 5,60 m	Grauer Sand und Geröllchen, etwas lehmig.	dg_3 „
— 5,65 m	Sand, Kies , mittel, schwach lehmig.	„ „
— 6,15 m	Grober Sand und Kies (bis 6 cm Durchmesser). Taunusquarzit und Quarz.	„ „
— 6,75 m	Hellgelblicher brauner Bachkies (bis 4 cm Durchmesser).	„ „
— 7,05 m	Grobe graue Bachgerölle (bis 8 cm Durchmesser).	„ „
— 7,45 m	Grünlichgraue Sande und Gerölle von Serizitgneis, Taunusquarzit, Quarz (bis 5 cm Durchmesser).	„ „
— 7,55 m	Sehr grobe Gerölle (Quarz, Serizitgneis) über 10 cm Durchmesser.	„ „
— 8,00 m	Sande und Kiese von Quarz und Serizitgneis.	„ „

Teufe	Gesteinsbezeichnung	Geologische Bezeichnung
— 9,00 m	Zerschlagener grüner Serizitgneis (ohne Quarz und Schwerspat). sehr dicht.	sg Vordevon
—12,20 m	Grüner Serizitgneis mit Quarz zum Teil neugebildet. Temperatur: 39° C, Wasserstand: — 1,57 m u. T.	„ „
—12,50 m	Grüner Serizitgneis mit Quarz und Schwefelkies!	„ „
—13,00 m	Serizitgneis mit viel Schwefelkies. Temperatur: 44° C.	„ „
—14,50 m	Serizitgneis mit viel Sulfiderzen (meist Schwefelkies, Quarz und Schwerspat). Nach Spektralanalyse von Labor Fresenius vom 22. 11. 1965. Hauptbestandteile: Silicium, Eisen. Nebenbestandteile: Chrom, Al, Gallium, Titan, Na, Ka, Cu, Mg, Ba, Ca, Sr, As, Mn, Ni, B.	„ „
—19,00 m	Serizitgneis. Wasserstand: + 1,15 m, Temperatur: 48,5° C.	„ „
19—20 m	Serizitgneis mit Schwefelkiesschnüren.	„ „
—23,10 m	Serizitgneis mit Schwefelkiesschnüren.	„ „
—25,70 m	Serizitgneis. Temperatur: 51° C, Wasserstand: + 1,95 m ü.T.	„ „
—28,70 m	Serizitgneis mit etwas Schwefelkies. 25. 11. 1965. Temperatur: 56,5° C, Wasserstand: + 2,20 ü. T.	„ „
—31,40 m	Serizitgneis mit Schwefelkies und Baryt. Temperatur: 58° C, Wasserstand: + 2,40 m, CO_2 475 mg/l.	„ „
—34,50 m	Serizitgneis mit Schwefelkies. Temperatur: 60,5° C.	„ „
—35,50 m	Serizitgneis mit Erz.	„ „
—36,00 m	Serizitgneis mit durchlöcherten Erzgängchen sowie mit zerfressenen und verockerten Quarztrümern. Temperatur: + 61,5° C, Wasserstand: + 2,45 m ü. T.	„ „
—41,90 m	Serizitgneis mit viel Pyrit, bei 40,50 m offener Gang mit Schwerspatauskleidung! Temperatur: 63,5° C, Wasserstand: + 2,55 m.	„ „
—43,80 m	Serizitgneis mit Gangquarz (mit Roteisen), Sulfidmineralien, bei 43,80 m offene Klüfte mit Schwerspatkristallen!	„ „

Teufe	Gesteinsbezeichnung	Geologische Bezeichnung
	Temperatur: 66,6° C, CO_2 perlend in Bläschen, Wasserstand: + 2,65 m.	
—47,00 m (7. 12. abends)	Serizitgneis mit Quarz, etwas Baryt, zum Teil ist Serizitgneis weißkaolinisiert (aber noch nicht tonig zerreiblich) mit Schwefelkieszwischenlagen. Starke CO_2-Entwicklung, Wasserstand: + 3 m ü. T., Tempeiatur: 67,5° C.	sg Vordevon

Bei 47,00 m wurde mit Rücksicht auf die Längen der Filterrohre diese Versuchsbohrung eingestellt.

Das Ergebnis hat die Erwartungen der von mir auf Grund der geologischen Position angestellten Erwägungen (s. oben) optimal erfüllt.

Wie die chemischen Untersuchungen des Laboratoriums Fresenius zeigen, entspricht die Konzentration fast genau der des Kochbrunnens. Die Temperatur mit 67,5° C ist etwa die gleiche (mit 66,5° C). Die Menge an freier CO_2 (450 bis 470 mg/l) ist fast doppelt so hoch wie die des Kochbrunnens. Die Wassermenge betrug bei einem Absenkungsversuch auf Spiegelhöhe des Kochbrunnens am 9. Dezember 1965 681 l/min — also wesentlich mehr als die Menge des Kochbrunnens; bei Springerversuchen mit einer 13,9 mm-Düse wurden Sprunghöhen von 2,40 m über Tage am 9. Dez. 1965 bei 47 m Bohrlochtiefe erreicht (s. Abb. 6) [vgl. auch Abb. 7].

Bei allen Versuchen auf Schüttung und Sprunghöhen der Bohrung I wurden Kochbrunnen, Salmquelle und Römerquelle scharf und zum Teil alle 10 Minuten beobachtet. Es zeigte sich bei den — allerdings verhältnismäßig kurzen — Versuchen keine Veränderung.

Da aber das Endziel, nämlich 1000 l/min Wasser in Spiegelhöhe des Kochbrunnens, der seit längerer Zeit etwa 290 l/min schüttet, zu erschließen, mit Bohrung I noch nicht erreicht war, wurde von mir in voller Übereinstimmung mit den beiden anderen Herren der Thermalkommission geraten, diese Bohrung provisorisch auszubauen, um Bohrung III (s. unten) in Angriff zu nehmen. Der Ausbau erfolgte mit Hagusta-Filter von 250 mm Durchmesser von 47 m bis 20 m unter Tag, darauf geschlossenes Hagustarohr. Von 18 m unter Tag bis zu 2,60 m unter Tage wurde die Bohrung absolut fest zementiert mit dem korrosionsfestesten Zement. (Bereits vorher war die Bohrung von 6,10 bis 12,80 m zum Schutz der Hilfsverrohrung zementiert.) Es wurde auch eine Anschlußleitung zu den vom Kochbrunnen abgezweigten Belieferungssträngen gelegt.

Da die Untersuchungen des Wassers aus der Versuchsbohrung I gezeigt haben, daß dieses Wasser hygienisch einwandfrei ist, so daß mit ihm die Bezieher von Kochbrunnenwasser beliefert werden könnten, falls der Kochbrunnen durch die vorgeschlagene Bohrung in nächster Nähe des Kochbrunnens beeinträchtigt würde, konnte in meinem Gutachten die Versuchsbohrung III — vor Versuchsbohrung II, die wegen der bisherigen sehr guten Ergebnisse vorerst unterbleiben kann — an einem Punkt 15 m nordöstlich Kochbrunnen = 12,50 m nordöstlich Eingang des Kochbrunnens empfohlen werden. Der Bohrpunkt wurde an Ort und Stelle festgelegt. Er liegt genau auf dem von mir auf Grund geologischer Erwägungen als sicher angenommenen Thermalspaltensystem. Bei der geringen Entfernung vom Kochbrunnen wurde damit gerechnet, schon in geringerer Tiefe große Mengen von sehr heißem (~ 67° C) Thermalwasser anzutreffen, so daß diese „Versuchsbohrung" III zusammen mit Versuchsbohrung I die geforderte Wassermenge von 1000 l/min ergeben kann.

Damit könnte aber die Sanierung des Kochbrunnens durch diese beiden „Versuchsbohrungen" bereits vollzogen sein, ohne daß eine teure „Hauptbohrung" noch nötig wäre! Für die Festlegung des Quellenschutzbezirkes wäre die Möglichkeit einer ganz wesentlichen Verkleinerung gegeben, weil alle Sekundärquellen nunmehr nicht mehr beachtet zu werden brauchten, da ihnen aus den beiden Kochbrunnenbohrungen jederzeit der etwa erforderliche Ersatz geliefert werden könnte. Es besteht ferner die ganz große Wahrscheinlichkeit, daß bei Versuchsbohrung I noch so viel Überdruck übrig bleibt, daß endlich das seit langem geforderte Schaustück einer „Springenden Therme" dem Kurgast und dem Fremdenverkehr in der Grünanlage dargeboten werden kann. Wie weit der alte Tümpel dann noch als Schaustück erhalten bleibt, entscheidet der Ausgang der endgültigen Pumpversuche aus beiden Versuchsbohrungen I und III.

Auf Grund aller dieser Vorschläge, die auch vom Tiefbauamt unter ständigem Anhören der Thermalkommission eingehend auf technische Durchführbarkeit untersucht wurden, ließ die Stadt Wiesbaden ab Januar 1966 wiederum durch die Firma Heinrich Anger's Söhne (Bohrmeister LANGE) die Versuchsbohrung III unter laufender technischer Überwachung des Städtischen Tiefbauamts im steten Einvernehmen mit der Thermalkommission, unter laufender chemischer Kontrolle durch das Laboratorium Fresenius und ständiger hydrogeologischer Betreuung durch den Gutachter Prof. Dr. MICHELS 15 m nordöstlich Mitte Kochbrunnen und 26,5 m südwestlich Bohrung I niederbringen. Die Geländehöhe des Bohrpunktes beträgt NN + 120,02 m.

Die Bohrung durchteufte folgende Schichten (Bearbeiter Prof. Dr. MICHELS 5. Januar bis 9. Februar 1966):

Bohrung III

Datum 1966	Teufe m	Gesteinsbezeichnung	Geol. Einstufung
6. 1.	0— 0,40	Straßendecke und Packlage.	rezent
6. 1.	— 1,40	Kulturschutt der alten Kochbrunnenwandelhalle.	„
10. 1.	— 2,60	Bauschutt, zertrümmertes Fundament. Wasserstand: — 1,95 m, Temp.: + 37° C.	„
	— 2,90	Helle Bachgerölle und -kiese.	ag Holozän
	— 3,70	Hellgrau-braune Sande, Kiese, Gerölle.	„
11. 1.	— 4,90	Graugrüne-graubraune Bachgerölle (Serizitgneis, Quarz, Taunusquarzit). Wasserstand: — 1,95 m u. T., Temperatur: + 42° C.	dg Pleistozän
12. 1.	— 6,55	Kies, Gerölle und Sand gelblich-braun ockerig (ohne Kalk, Vertretung eines Sinters) ziemlich dicht! Wasserstand: — 2, 10 m u. T., Temperatur: + 49° C. (Brunnen I = + 2,82 m).	„
13. 1.	— 7,70	Grünliche schwach lehmige Sande mit Geröllen (etwa 5 cm Durchmesser) von Quarz, Serizitgneis, Phyllit und Quarzit. Wasserstand: — 2,10 m u. T., Temperatur: + 60,5° C.	„
17. 1.	— 8,10	Kies und größere Gerölle bis 10 cm Durchmesser, Taunusmaterial. Wasserstand: — 2,00 m u. T., Temperatur: 64,5° C.	„
17. 1.	— 9,60	Serizitgneis mit ganz wenig Schwefelkies. Wasserstand: — 1,95 m, Temp.: + 64° C.	Vordevon
19. 1.	—11,60	Serizitgneis mit sehr viel Schwefelkiesschnüren und Trümern von Quarz. (Bohrung I: + 2,91 m)	„
20. 1.	—17,15	Serizitgneis mit viel Schwefelkies, der vor allem auf den Ablösungs(Schieferungs-)flächen des etwas kaolinisierten Serizitgneises sitzt, aber auch in feinen Haarrissen das ganze Gestein durchsetzt. Wasserstand: + 0.47 m ü. T., Temperatur: + 66° C.	sg „

Datum 1966	Teufe m	Gesteinsbezeichnung	Geol. Einstufung
21. 1.	—19,30	Dasselbe mit viel Erz, Serizitgneis in den Vererzungszonen dunkelgrün gefärbt. Bis zum 27. 1. langsamer Wasseranstieg bis + 2,74 m über Tag.	Vordevon
27. 1.	—23,35	Serizitgneis mit Schwefelkies und Quarz. Wasserstand: + 2,74 m, Temp.: + 65° C.	,,
28. 1.	—26,80	Hellgraugrüner Serizitgneis mit viel Schwefelkies und Quarz, zahlreiche Schwefelkiestrümer bis 5 mm Mächtigkeit, zum Teil ist der Serizitgneis bei 26 m Tiefe fast völlig vererzt und von Hohlräumen (Mineralwasserwege!) durchzogen; auf den mit Schwefelkies inkrustierten Wandungen einige Barytkriställchen. Wasserstand: + 2,87 m, Temp.: + 65° C.	,,
31. 1.	—29,70	Heller Serizitgneis mit Quarz und anscheinend offenen Hohlräumen (Spalten), auf deren Wandungen prachtvolle Schwefelkieskristalle; zum Teil ragen zahlreiche zentrisch, teilweise radial gebaute gebündelte Schwefelkiessäulchen bzw. -zäpfchen stalaktitenartig in die Kluftöffnungen (Mineralwasserwege), z. B. bei 29 m; bei 29,50m besonders starke Schwefelkiesvererzung des mit Quarz durchzogenen Serizitgneises, wobei die Schwefelkies erfüllten Haarrisse den Quarz durchsetzen! Wasserstand: + 2,87 m, Temp.: + 68° C.	,,
1. 2.	—32,05	Gebleichter Serizitgneis mit etwas Schwefelkies (zwischen 31 bis 32 m nur ganz wenig Bohrgut). Wasserstand: + 2,94 m, Temp.: + 67° C (von 2. bis 6. 2. Pumpversuche).	,,
7. 2.	—32,50	Dunkler Serizitgneis mit Schwefelkies. Wasserstand: + 2,93 m, Temp.: + 68° C.	,,
8. 2.	—34,00	Heller Serizitgneis. Wasserstand: + 3,14 m, Temp.: + 68° C.	,,
	—34,50	Sehr dunkler Serizitgneis mit Schwefelkies.	,,
	—38,70	Heller Serizitgneis mit Kaolinschnüren und Schwefelkies.	,,

Datum 1966	Teufe m	Gesteinsbezeichnung	Geol. Einstufung
9. 2.	—40,50	Dunkelgrüner zum Teil auch gebleichter Serizitgneis mit viel Schwefelkies und etwas Baryt. Wasserstand: + 3,04 m, Temp.: + 67,5° C.	Vordevon
10. 2.	—41,20	Serizitgneis, dunkler mit Schwefelkies und Quarz. Wasserstand: + 3,10 m, Temp.: + 67,5° C (Bohrung I = + 2,98 m) (Kochbrunnen: — 41 cm unter Marke = etwas höher als normal), Temperatur: + 65° C.	„
	—41,50	Serizitgneis sehr hell mit Schwefelkies und Quarz.	„
	—42,00	Grünlicher Serizitgneis (frisch) mit Quarz und Pyrit.	„
	—42,50	Gelblicher Serizitgneis, geädert mit Schwefelkies (Salbänder dunkel).	„
	—43,00	Grüner Serizitgneis mit offenen Spalten, auf denen eine 5 mm starke Tapete von Schwefelkies sitzt mit nach der offenen Spalte hin krustenförmiger Oberfläche.	„

Die Bohrung wurde in fast gleicher Weise hinsichtlich Verrohrung und Verzementierung niedergebracht wie Bohrung I.

Ein orientierender Zwischenpumpversuch beim Stand von 32,05 m Bohrtiefe ergab einen ganz großen Erfolg, indem die gewünschten 1000 l/min bereits aus diesem einen Bohrloch bei einer Absenkung im Standrohr auf + 1,24 m über Gelände erzielt wurden. Bei einer Absenkung auf + 1 m über Gelände wurden sogar 1300 l/min = 1872 m³/täglich gefördert, wobei allerdings der Wasserstand in Bohrloch I von vorher + 2,98 m über Tag auf 1,10 m über Tag absank. Da aber gleichzeitig auch der Wasserspiegel im Kochbrunnentümpel und im Tümpel der Adlerquelle um einige Zentimeter sank, wurde die Wasserförderung gedrosselt bis zur Schüttung des Kochbrunnentümpels (= rund 300 l/min). Dabei stiegen Adlerquellen- und Kochbrunnentümpel sehr rasch wieder zur alten Höhe an (bis 48 cm unter Meßkante des Kochbrunnens). Beim Pumpen (vom 4. Februar 1966 6 Uhr bis 5. Februar 9.38 Uhr) von 360 l/min — also 60 l/min mehr als Kochbrunnenschüttung — blieb der Kochbrunnen (bei bis 48 cm unter Meßkante) unverändert, d. h. er schüttete seine gewohnten rund 300 l/min. Im Standrohr der Bohrung I stand dabei das Thermalwasser auf + 2,08 m über Tag! Das bedeutet aber, daß es möglich ist, aus Bohrung III 325 l/min in etwa + 1,80 bis 2,00 m über Tag bei voller

Leistung aller Wiesbadener Thermen zusätzlich zu entnehmen und dazu aus Bohrung I noch einen attraktiven Springer von etwa 2 m Sprunghöhe aus einer 13,9 mm-Düse als Schaustück aufsteigen zu lassen, der eine Wassermenge von nur 32 bis 35 l/min benötigt, um den auf Abb. 6 (und 7) dargestellten Springer zu speisen.

Die Konzentration des gepumpten Wassers war die gleiche wie die des Kochbrunnens, desgleichen der Gehalt an freier Kohlensäure. Auch die Temperaturen blieben mit + 65° C gleich.

Auf Grund der hervorragenden Ergebnisse dieser Bohrungen beschloß der Magistrat am 7. Februar 1966 nach Vorträgen von Prof. MICHELS, Baudirektor JESSE und Stadtbaurat SIMON den Ausbau der Versuchsbohrung III, da durch die Erfolge der Bohrungen I und III das Ziel der endgültigen Kochbrunnensanierung schon erreicht werden wird und dadurch die früher für etwa notwendig erachtete Hauptbohrung eingespart wird.

Die Versuchsbohrung III wurde danach aus technischen Gründen und vor allem, um einen höheren Gehalt an freier Kohlensäure zu erzielen, bis 43 m vertieft (s. Schichtenverzeichnis!). Bei dieser Tiefe stieg das Wasser im Standrohr bei einem barometrischen Tiefstand (die Spiegelhöhen der Bohrungen I und III schwanken als artesische Quellen etwas anscheinend je nach dem Barometerstand) auf 3,13 m über Tag bei einer Temperatur von 68° C. Die Kohlensäureentwicklung hatte stark zugenommen; nach Analyse des Chemischen Laboratoriums Fresenius betrug die freie CO_2 bei Wasserentnahme in 12 m Tiefe 450 mg/l (also fast das Doppelte der freien CO_2 des Kochbrunnens). Das ist bei einer etwaigen späteren Nutzbarmachung der Bohrung I und vor allem III von Wichtigkeit, da bei einer Entnahme des Wassers unter Druck den Bezugsberechtigten nach Klärung aller rechtlichen Verhältnisse ein Wasser von gleicher Qualität wie vom Kochbrunnen, aber mit der doppelten Kohlensäuremenge geliefert werden könnte. Die lieferbare Wassermenge aus Bohrung III dürfte durch die Vertiefung noch gestiegen sein, da zwischen 32,05 m und 43 m Bohrtiefe (Endtiefe) noch offene Spalten angefahren wurden (s. Schichtenverzeichnis).

Die Bohrung befindet sich jetzt — bei Einlieferung des Manuskripts am 19. Februar 1966 — im endgültigen Ausbau, der fast in gleicher Weise vorgenommen wird wie bei Bohrung I. Eine bestmögliche Dichtung gegen Oberflächenwasser und gegen etwaige Verwilderung der Therme erfolgt zwischen 18 m und 2,15 m unter Tag mit hochwertigem „Tiefbohrzement". Wenn es nunmehr noch gelungen sein wird, ohne technische Unfälle die beiden armierten Bohrrohrköpfe in den etwa 2,20 m tiefen Brunnenkammern aufzubringen, ist der „Kochbrunnen" saniert. Die beiden Bohrungen sind dann gegen jede Verschmutzung — auch durch Öl — gefeit. Die Schutzbezirke brauchen dann nur ganz klein gehalten zu werden, da außer der sehr sorgfältigen Abdichtung, die von 18 m Tiefe im Serizitgneis

durch die grundwasserführenden Bachschotter bis in die Brunnenkammer hineinreicht, auch noch durch den im Serizitgneis vorhandenen großen Überdruck ein Zutritt von Verunreinigung, auch von Treibstoff und Heizöl (das gerade in allerletzter Zeit im Stadtgebiet eine ganze Reihe von Verseuchungen des Grundwassers verursacht hat), ausgeschlossen ist.

Die gesteckten Ziele sind also bereits nach technischem Ausbau der beiden Bohrungen 100%ig erreicht. Es hat sich ergeben, daß die Bohrungen nicht nur ein Vielfaches der Wassermenge (gleicher Beschaffenheit und mit etwas höherer Temperatur und doppelter freier Kohlensäure) des alten Kochbrunnens ergeben, sondern auch daß diese beiden Bohrungen nach menschlichem Ermessen mit Sicherheit die Gesamtwassermenge des gesamten Wiesbadener Thermalgebietes (etwa 2150 m^3/täglich) + weiteren 360 l/min = 518 m^3/täglich (insgesamt etwa 2650 m^3/täglich) liefern können ohne eine Absenkung unter den Spiegel des heutigen Kochbrunnentümpels (NN + 118,88 m).

Das ist dadurch möglich geworden, daß beide Bohrungen mitten ins Thermalquellen-Spaltensystem getroffen und dort offene Thermalwasserspalten erfaßt haben.

Das bedeutet allerdings aber auch, daß man alle bisherigen flachen Fassungen — Tümpel und Galerien — bei einer Höchstentnahme trocken legen oder stark mindern kann — mit Ausnahme der bisher erbohrten Großen und Kleinen Adlerquelle, des neu erbohrten Faulbrunnens sowie der noch wünschenswerten II. Bohrung am Faulbrunnen (s. oben) und einer dringend empfehlenswerten etwa 60 bis 150 m tiefen Schutzbohrung an der Schützenhofquelle (falls dort Neubauten mit Fundierungsarbeiten geplant werden). Ferner ist aber auch bei einer starken Entnahme aus den Bohrbrunnen damit zu rechnen, daß die bedeutenden Mengen von Thermalwasser, die als Überlaufwasser völlig ungenutzt im oberflächennahen kiesigen Untergrund abfließen, versiegen oder stark reduziert werden, was nur zu begrüßen wäre.

Alle bisherigen Nutznießer der flachen, vor allem der „Sekundärquellen" könnten aber nach Verlegen der entsprechenden Anschlußleitungen von den Kochbrunnenbohrungen vor allem Bohrung III oder bzw. und den Adlerquellen oder bzw. und einer erbohrten Schützenhofquelle versorgt werden, falls den jeweiligen Sekundärquellen Verunreinigungen drohen.

Natürlich ist es noch ein weiter Weg bis zu dieser Endlösung, die den Ausweis von Schutzbezirken um die Sekundärquellen überflüssig macht; denn zunächst müssen alle juristischen Fragen mit den nutzungsberechtigten Eigentümern der Sekundärquellen und den Miteigentümern vom Kochbrunnen und alle sonstigen Fragen des gesetzlichen Quellenschutzes geklärt werden. Nach dieser Klärung könnte aber auch die unschöne heutige Fassung des Kochbrunnentümpels verschwinden, da man bei Belieferung aller Bezugsberechtigten aus den oben genannten Bohrungen wahrscheinlich an Bohrung I an der Salmquelle also noch im Grüngelände — zwischen

den Kolonnaden der Wandelhallen an der Saalgasse und Hotel Rose — eine attraktive springende Therme zeigen kann. Es ist ferner für später noch die Möglichkeit gegeben, die jetzt zurückgestellte Versuchsbohrung II niederzubringen, die etwa am südlichen Rand des Thermalspaltensystems liegt und darum zusätzlich noch einen Springer mitten in der Grünfläche östlich des Kochbrunnens ergeben kann.

Über alle diese Fragen kann erst dann endgültig entschieden werden, wenn nach endgültigem Ausbau der Bohrbrunnen lange und sorgfältige Pumpversuche die wahre Leistung der Brunnen und die Beeinflussung anderer Thermen klar erkennen lassen und vor allem wenn alle Quellenrechtsfragen dort juristisch völlig geklärt sind. (s. o.)

Für die geologische Kenntnis des Wiesbadener Thermalquellensystems haben die Bohrungen und Fundamentarbeiten bei Neubauten seit 1947 wertvolle neue wissenschaftliche Ergebnisse gebracht.

Auch die Kochbrunnenbohrungen zeigen, daß im eigentlichen Thermalquellengebiet das von den früheren Autoren angenommene Tertiär fehlt [vgl. auch MICHELS (9)]. Es liegen hier unter Kulturschutt Sande, Kiese und Gerölle — oben Holozän, nach unten Pleistozän (bewiesen durch die Steinwerkzeuge der Adlerquelle) — der Taunusbäche, vornehmlich des Schwarzbachs, darunter verhältnismäßig frischer Serizitgneis. Nur bei der Faulbrunnenbohrung wurde mit Sicherheit von 6 bis 22,10 m Tertiär angetroffen, das als Untermiozän (Untere Hydrobienschichten bis etwa Cerithienschichten) anzusprechen ist.

Der sonst hydrogeologisch so dichte Serizitgneis scheint ein für Bildung von weitreichenden Systemen von klaffenden Spalten besonders günstiges Gestein zu sein. Die Bohrungen haben die Auffassung dieses schnurgerade N-35°-O streichenden Fiederspaltensystems [vgl. MICHELS (15)] glänzend bestätigt. Nur sehr weitreichende und meist klaffende Spalten können solche Wassermengen im sonst dichten Gestein heranführen. Die Schichtenverzeichnisse zeigen, daß die Bohrungen solche klaffenden Spalten angefahren haben. Das beweisen in Versuchsbohrung I die mehrfach angetroffenen Spaltenwandauskleidungen mit prachtvoll klaren, über Zentimeter großen, tafeligen Schwerspatkristallen, welche die Spaltenwände geradezu tapezieren [vgl. auch MICHELS (15)]. In Versuchsbohrung III tritt merkwürdigerweise der Schwerspat völlig zurück; dafür sind dort die Wände mit Schwefelkieskrusten von mehreren Millimetern Mächtigkeit ausgekleidet, die nach der offenen Spalte hin unregelmäßige, krustenartige Oberfläche haben (im Innern zeigt der Schwefelkies Kristalle); stellenweise bilden die Schwefelkieskristalle stalaktiten- und traubenförmige Zapfenbündel.

Es scheint hier nahe der Oberfläche in den Tiefen von 10 bis 50 m und mehr ein gewisses Gleichgewicht zwischen gelöstem Zustand und Auskristallisation zu bestehen, so daß hier erst bei ganz bestimmtem Druck — und zwar zu unterst — Barium aus seinen löslichen Verbindungen durch

Einwirkung von Sulfaten (die ja im Wiesbadener Thermalwasser reichlich vorhanden sind) als Baryt auskristallisiert. Eine Nuance höher im Stockwerk scheint der Pyrit auszukristallisieren und die Auskleidung der Spaltenwände zu übernehmen. Dieser Pyrit durchzieht die feinsten Haarrisse des Gesteins mit einem unwahrscheinlich dichten Netz. Je mehr der Druck von oben nachläßt und eine gewisse Abkühlung von oben sich schon bemerkbar macht, um so stärker scheint die Pyritausscheidung zu sein, die schließlich nach oben ziemlich nahe dem Grundwasser der Bachkiese den ganzen Serizitgneis dichtet und wahrscheinlich die Wandauskleidungen der Spalten so weit sich zusammenschließen läßt, daß nur noch verhältnismäßig wenig Thermalwasser außerhalb der bekannten Primärquellen in den Grundwasserstrom eintreten kann und zu den Sekundärquellen fließt bzw. verwildert! Nur so ist der hohe artesische Druck des im Serizitgneis in einer Tiefe von etwa unterhalb 12 bis 20 m zirkulierenden Mineralwassers zu erklären. Dieser Druck wird auch durch die frei ausströmenden Primärquellen (vornehmlich Kochbrunnentümpel mit Spiegel- und Salmquelle sowie die Tümpel der Großen und Kleinen Adlerquelle) nicht wesentlich gemindert, trotzdem diese — wie oben gezeigt — dort austreten, wo Querstörungen das Hauptspaltensystem der Thermen kreuzen. Über diesen Austrittsstellen haben sich nun in der Oxydationszone — der Pyrit wurde gewissermaßen in einer Reduktionszone ausgeschieden — richtige Sinterkegel (ganz überwiegend aus Calciumkarbonat und Eisenhydroxyd aufgebaut) gebildet, in denen das Thermalwasser nur in den verbleibenden engen verzweigten Quellkanälen aufsteigen kann. So ist also auch hier der Aufstieg sehr erschwert (s. oben meine Betrachtung über Spiegelunterschiede des Kochbrunnens und der Spiegelquelle) und es verbleibt also im tieferen Untergrund ein so großer Überdruck, daß bei der Bohrung III, die doch mit nur 15 m Entfernung geradezu direkt am Kochbrunnen liegt, in nur 43 m Tiefe ein derart gespanntes Thermalwasser von 68° C angetroffen wurde, daß es bis 3,13 m über Tag = 4,58 m über Spiegel Kochbrunnen anstieg! Diese vor bereits 10 Jahren angestellten Erwägungen ermutigten mich, in meinen Gutachten die Niederbringung dieser Bohrungen, die große Wassermengen und einen Springer bringen sollten, zu empfehlen.

Über die Herkunft des thermalen Mineralwassers (Na'Cl'-Therme) ist oben schon das Wesentlichste gesagt. Zusammengefaßt wird folgende Auffassung vertreten:

1. Das Wasser als Träger der das Mineralwasser auszeichnenden Komponenten ist ganz überwiegend „vados“, d. h. es entstammt dem normalen Kreislauf des Wassers. Ein geringer Teil wird als „juvenil“ (jugendfrisch erstmalig die Erdoberfläche erblickend) als dampfförmige Ausscheidung ersterbender Magmenherde im tiefen Untergrund angesehen, wobei der Dampf sich dem vadosen Wasser beimischt.

2. Die hohe Temperatur (in Adlerquelle 70° C in etwa 60 m Tiefe; in Kochbrunnenbohrung III in 32 m Tiefe 68° C; im Kochbrunnen 65 bis 66,5° C) erklärt sich aus langen Wanderwegen in große Tiefen (2000 m und mehr), wo es gemäß der geothermischen Tiefenstufe (hier je 1° C bei je 33 m Teufe) erwärmt wird. Daß Kalorien auch aus dem postulierten tiefen Magmenherd zugeführt werden, wird als sicher angenommen.

3. „Juvenil" ist die freie Kohlensäure, die den ersterbenden Magmenherden im Untergrund entstammt. Für juvenil halte ich auch den Schwefelwasserstoff, der in den höheren Teufen unseres Thermalbezirks den Serizitgneis stellenweise wesentlich mit Pyrit vererzt. (Es bestand leider noch keine Gelegenheit, die Schwefelkiesproben aus den Bohrungen, besonders aus Bohrung III auf Schwefelisotope, die auf direkte Herkunft aus basaltischen Magmen hindeuten [vgl. K. v. GEHLEN: Schwefelisotope und die Genese von Erzlagerstätten. Geolog. Rundschau Bd. 55, H. 1 (1966), S. 178—197] untersuchen zu lassen.) Im Faulbrunnen könnte ein Teil des Schwefelwasserstoffs Reduktionsvorgängen in tertiären Schichten entstammen. — Der Schwefel des Baryts dürfte aus Sulfaten stammen, die von Salzlagerstätten herangeführt werden. Möglicherweise wird aus den Magmenherden auch HCl abgegeben.

Den in den Wiesbadener Thermen vom Laboratorium Fresenius nachgewiesenen, zusätzlichen Rb-Gehalt und die sehr nennenswerte Zufuhr von Cs hält R. KÜHN (5) als durch ascendente juvenile Wässer bedingt.

4. Die in den Wiesbadener Mineralquellen vorhandenen Hydrogenkarbonate von u. a. Ca'', Mg'', Sr'', Na', K', Fe'', Mn'' usw. dürften mit Sicherheit durch das heiße, mit Kohlensäure beladene Wasser in der Tiefe aus dem Nebengestein herausgelöst sein (Lateralsekretion).

5. Die in den Wiesbadener Mineralquellen — wie auch in den übrigen Mineralquellen am Südrand des Taunus — nachgewiesenen sehr großen Mengen von Cl'- und Na'-Ionen (Kationen) können nicht durch Lateralsekretion allein aus dem Nebengestein erklärt werden, selbst wenn wir etwas juvenile Salzsäure annehmen, die im Wasser gelöst auf die Natronfeldspäte des Serizitgneises einwirken könnte. Hier deuten alle Anzeichen auf einen Antransport von Salzlösungen aus den Zechsteinsalzen des Fulda-Werra-Gebietes, die auf dem weithin reichenden Taunusrandspaltensystem, das weit nach O-N-O fortsetzt. Chemisch spricht der hohe Sulfatgehalt dafür [vgl. WAGNER (19); MICHELS (7. 12. 16)], neuerdings glaubt R. KÜHN (5), daß der salinare Chemismus der Wiesbadener Mineralquellen „auf Grund einer damit gekoppelten Ableitung des Br- und Rb-Gehaltes offenbar auf Zechsteinsalze des Werra-Fulda-Gebiets" zurückgehe. Schließlich bringt DOMBROWSKY (2, 17) auf Grund des im Nauheimer Institut von Prof. Dr. OTT für Balneologie usw. von ihm erarbeiteten Nachweises von Bakterien aus den Salztonen der Zechsteinsalzlagerstätte Neuhof bei Fulda, die in den Nauheimer Thermen nachgewiesen werden konnten, einen weiteren Beweis für die Herkunft der Na-Cl-

Lösungen aus den Zechsteinsalzlagerstätten. Eine früher versuchte Ableitung der Salze aus den Salzlagerstätten des Tertiärs (Cyrenenmergel in Bohrungen bei Worms) ist damit unwahrscheinlich gemacht.

Mit meinen Ausführungen hoffe ich gezeigt zu haben, wie durch hydrogeologische Erwägungen Vorschläge zur Sanierung und Verbesserung von Mineralquellen, die durch ihre Lage mitten im dichtbesiedelten Stadtgebiet und durch nur flache Fassungen besonders gefährdet sind, gemacht werden konnten. Diese Vorschläge fielen dankenswerter Weise bei einem aufgeschlossenen Magistrat auf fruchtbaren Boden. So konnten in engster Zusammenarbeit zwischen dem zuständigen Tiefbauamt und dem gutachtenden Geologen in steter Fühlungnahme mit der für den Schutz der Thermalquellen eingesetzten „Thermalkommission" bereits drei der wichtigsten vier Thermalquellengruppen („Primärquellen") durch Bohrungen so saniert werden, daß sie heute allen Anforderungen, die der Schutz der Mineralquellen gesetzlich fordert, voll entsprechen. Außerdem wurden durch diese Arbeiten in noch nicht 20 Jahren, die seit vielen Jahrtausenden — fast primitiv — gefaßten Quellen aus ihrem Dornröschenschlaf geweckt; sie sind erst jetzt in der Lage, ihre bereits viel gerühmte Wiesbadener „Kraft aus der Erde Schoß" in vollem Ausmaß dem Kurbetrieb und damit der leidenden Menschheit zu schenken.

Daß bei diesen Arbeiten neue wissenschaftliche Erkenntnisse über die geologische Position unseres Mineralquellensystems gewonnen werden konnten, ist besonders erfreulich.

Anhang

Die Auffassungen über die Genese der Mineralquellen haben oft gewechselt. Das jahrzehntelange Studium der Taunus-, vor allem der Wiesbadener Mineralquellen, aber auch des Schrifttums ließen mich zu der oben dargestellten Auffassung kommen, die aber in vielen Punkten schon vor über 130 Jahren hier in Wiesbaden von dem Herzoglich Nassauischen Oberbergrat Christian Ernst Stifft bereits vertreten wurde, der neben der vortrefflichen geologischen Beschreibung auch eine der ersten geologischen Karten eines geschlossenen Gebietes herausbrachte, wie die im Jahre 1820 vollendete und 1830 farbig gedruckte geologische Karte des Herzogtums Nassau im Maßstab 1:125000.

Im folgenden seien als Ergänzung zur genetischen Betrachtung der Wiesbadener Mineralquellen einige Auszüge aus:

GEOGNOSTISCHE BESCHREIBUNG
DES
HERZOGTUMS NASSAU
in besonderer Beziehung auf die Mineralquellen dieses Landes
Von Christian Ernst Stifft
vormaligem Herzoglich Nassauischem Oberberg-Rathe
Wiesbaden bei L. Schellenberg 1831

im Original-Wortlaut gebracht, aus denen hervorgeht, wie weitgehend bereits vor 130 Jahren einige Theorien STIFFTs über Genese der Mineralquellen und Thermen mit den modernsten übereinstimmen auch bei der Betrachtung des Zusammenwirkens „juveniler“ und „vadoser“ Komponenten (Anmerkungen von F. MICHELS).

STIFFT schreibt z. B.:

S. 589... „daß die Thermen durchgängig an Wasser reicher sind, als die kalten Quellen, und daß dieselben in der Regel auch weit mehr feste Bestandteile, dagegen weniger flüchtige enthalten ...“.

Anm.: Nur in weit klaffenden Spalten und sehr klüftigem Gestein können große Wassermengen heiß aus der Tiefe kommen, die von dem kühlen Gestein an der Oberfläche mit seinem kalten Grundwasser nicht oder kaum abgekühlt werden. In heißem Wasser entweicht bei Druckentlastung der größte Teil der Kohlensäure.

S. 589 und 590: „In Hinsicht der Begründung einer Theorie über die Entstehung der Mineralquellen ist jedoch ohne Zweifel folgende die wichtigste Thatsache: Im Ganzen genommen folgen die Mineralquellen dem Auftreten vulkanischer Gebirgsbildungen ... Die Wiesbadener Therme z. B. lehnt sich nicht nur an die Basaltmassen bei Nauroth und Sonnenberg, sondern erst später ist es mir bekannt geworden, daß wahrscheinlicher Weise auch in dem Beringe der Stadt selbst in der Teufe sich Basalt findet. Bei dem Graben eines Brunnens in der Wilhelmstraße stieß man nämlich in mehr als 30 Fuß Tiefe auf festes Gestein und ein großer Block desselben, welchen mir der Hauseigentümer zeigte, war derselbe Basalt, der bei Sonnenberg ansteht. Da nähere Untersuchungen fehlen: so liegt hierüber zwar keine Gewißheit vor, indessen halte ich es für wichtig genug, um dieses Factum hier zu erwähnen ...“.

Anm. zu S. 589 und 590: STIFFT führt schon wie wir heute die Basaltvorkommen von Nauroth (Erbsenacker) als Beweis für den Zusammenhang zwischen vulkanischen Gebirgsbildungen und den Wiesbadener Thermen an.

S. 591: ... „Daß dies Zusammenvorkommen der Mineralquellen mit vulkanischen Bildungen aber nicht bloß local, sondern allgemein sey, hat BISCHOF (1) in seinem oft angeführten trefflichen Werke unumstößlich bewiesen. Diese Thatsache führt uns nun dahin, noch einige Worte über die wahrscheinliche Entstehung der Mineralquellen folgen zu lassen.“

Seite 592: ... „So wie man Vulkane aus brennenden Stein- oder Braunkohlenflötzen, oder aus in Zersetzung begriffenen Schwefelkieslagern hervorgehen ließ, so wurde auch den Mineralquellen, insbesondere den heißen, eine gleiche Entstehungsursache beigelegt. In unseren Tagen dürfte es jedoch nicht mehr nötig seyn, diese ans Ungereimte grenzenden Meinungen zu widerlegen. Indessen zeigt auch diese Idee, daß man von jeher geneigt war, Mineralquellen und Vulkanen eine ähnliche Entstehungsweise oder

wenigstens eine als Ursache und Wirkung sich darstellende Verbindung untereinander zuzuschreiben ...".

Anm. zu S. 592: Man muß bedenken, daß dies fast zur gleichen Zeit geschrieben wurde, in der die Neptunisten noch den Basalt, ja selbst den Bimsstein des Laacher Sees für wässerige Bildungen hielten.

Seite 593: ... „Was daher die erste Endursache betrifft, so lasse ich dieselbe hier dahin gestellt seyn; es scheint mir jedoch wahrscheinlich, daß in großen Tiefen ein Herd angenommen werden müsse, worin, als erster Ursache derselben, die Naturerscheinungen vorbereitet und bewirkt werden, die sich uns als Vulkane und Mineralquellen äußern. (Fußnote STIFFTS): Vulkanische Gesteine und Mineralquellen sehe ich daher nicht als Ursache und Wirkung zu einanderstehend, sondern als Wirkungen und Productionen einer und derselben Ursache, des großen, im Innern der Erde befindlichen, vulkanischen Heerdes an. So lange die gasförmigen Exhaltionen dieses Heerdes durch die Masse des Gebirges zurückgehalten und gewissermaßen gespannt werden, mußte die Intensität derselben zunehmen und sich endlich durch Hebungen, Zerreißungen und Eruptionen Luft und Ausgang verschaffen. Daher die Laven und vulkanischen Gesteine. Fanden dieselben aber in den hierdurch bewirkten Spalten, Höhlungen und Kanälen einen offenen Ausweg: so konnten Eruptionen nun nicht mehr entstehen, wohl aber der einmal eingeleitete und in Thätigkeit gekommene, große Naturprozess eine fortdauernde und daher ruhige Äußerung in den Mineralquellen finden, welche durch das in den Spaltungen und Klüfften zudringende Meteorwasser, so zu sagen, einen bestimmten Träger und Leiter fanden."

Anm.: STIFFT nimmt hier (S. 593) heftige vulkanische Eruptionen und nach deren Ausklingen das Emporsteigen der Mineralquellen als direktes Erzeugnis tief liegender Vulkanherde an und gibt dafür S. 594 und 595 folgende Gründe:

„1. Die allgemeine Verbreitung der Mineralquellen auf dem ganzen Erdboden und ihr Emporsteigen aus allen Gebirgsformationen, ohne Bezug auf das relative Alter oder die Zusammensetzung derselben. Mineralquellen von einem und demselben Charakter kommen eben so gut aus dem ältesten Granit, wie aus den neuesten tertiären Bildungen hervor, auf gleiche Weise wie vulkanische Productionen alle Formationen und Gruppen der Gebirge durchbrechen.

2. Das Gleichförmige und Dauernde in den Bestandtheilen und der Temperatur, oder in dem Hauptcharakter derselben; eine ähnliche Gleichförmigkeit findet man in dem wesentlichen Charakter der vulkanischen Production einer Gegend.

3. Die Gasexhalationen, welche eben sowohl Mineralquellen als Vulkane begleiten.

4. Das Vorkommen der meisten Bestandtheile der Mineralquellen als Sublimationen bei Vulkanen.

5. Die unbedeutende Einwirkung anderwärts sehr zerstörender und weit verbreiteter Erdbeben auf solche Gegenden, wo Mineralquellen dem Schosse der Erde entsteigen.

6. Der sichtbare Einfluß, welchen mehrere starke Erdbeben auf selbst sehr weit vom Hauptsitze derselben entfernte Mineralquellen ausübten. Diese Erscheinung ist, meiner Einsicht nach, von großem Gewichte; denn sie scheint mir klar zu beweisen, daß einestheils der Heerd, der den Mineralquellen ihre Entstehung gibt, zu einer sehr bedeutenden Tiefe ins Innere der Erde hinabreicht und andertheils, was hiermit in natürlicher Folgerung steht, daß Mineralquellen keiner localen Entstehung zugeschrieben, oder mit anderen Worten, daß nicht angenommen werden kann, Mineralquellen würden in der beschränkten Örtlichkeit, in der sie zu Tage kommen, auch gebildet, sondern daß man die wirkenden Ursachen, zur Entstehung derselben, einerseits in großer Tiefe und andererseits in bedeutender Entfernung vermuthen muß.

7. Die bekannte Thatsache, daß sehr häufig vulkanische Eruptionen von neu entspringenden heißen Mineralquellen begleitet werden, die theils späterhin, wenn die Productionen des vulkanischen Heerdes nachlassen, wieder versiegen, theils, so wie die Eruptionen selbst, periodisch sind. Außer diesen aber enthalten alle Gegenden, welche Spuren ehemaliger vulkanischer Wirksamkeit äußern, auch Mineralquellen, die in der Regel mehr und weniger den Charakter an sich tragen, welcher die vulkanischen Productionen bezeichnete. Schwefelwasserstoffquellen z. B. finden sich in den Gegenden, wo Schwefelsublimationen die vulkanische Thätigkeit anzeigen*).

Diese Gründe, deren weitere Ausführung weder Zweck noch Raum dieser Schrift erlaubt, führten mich ganz von selbst auf die Ansicht, die ich in der oben bemerkten Stelle der RULLMANNschen Schrift ausgesprochen habe, daß man Mineralquellen als fortdauernde und deshalb ruhige und nicht stürmische Äußerungen und Productionen eines vulkanischen Heerdes ansehen müsse. Daraus folgt indessen nicht, daß man alle Einwirkungen der Atmosphärilien dabei ausschließen müsse (hervorgehoben MICHELS); im Gegentheile bin ich der Meinung, daß der bei weitem größte Theil des Wassers der heißen und alles Wasser der kalten

*) V. PREYSTANOWSKI hält die Schwefelablagerungen für die Ursache der Vulkane; mir scheinen sie als Sublimationen die Wirkung derselben. Entstiege den Mündungen unserer Schwefelwasserstoffquellen bloßes Gas, das sich durch Gestein einen Durchgang bahnen müßte, wir würden ebenfalls solche Schwefelablagerungen sich bilden sehen. Auf diese Weise erkläre ich mir auch das Daseyn des natürlichen Schwefels, den man zu Ems zwischen den Grauwackenschichten fand, welchen die Thermen entstiegen, aber an Stellen, wo keine Quellen sich finden.

Quellen Meteorwasser sey, das auf den bekannten Wegen dem Inneren der Erde zugeführt, theils sich mit dem im Heerde gebildeten, die Bestandtheile enthaltenden, Wasser verbinde, theils ohne bis zu dem Sitze des Heerdes selbst durchzudringen, die Exhalationen und Sublimationen desselben aufnehme und nach hydrostatischen, durch Druckgewalt der Gase vermehrten, Gesetzen zu Tage fördere.

Daraus erklärt es sich auch, warum die heißen Quellen reicher an Wasser und an festen Bestandtheilen sind, als die kalten, einzelne Ausnahmen abgerechnet, die aber die Regel nicht umstoßen können. Es erklärt sich daraus ferner, warum Jahreszeit und Witterung auf die heißen Quellen keinen sichtbaren Einfluß äußern, während die kalten Mineralquellen sehr kenntlich davon mehr und weniger abhängig sind.

Daß ich die Letzteren nicht bis zum Heerde der vulkanischen Thätigkeit durchdringen, sondern sie in ihrem, in Tiefe und Umfang ihres Sammelgebietes mehr beschränkten Kreise ihre festen und flüchtigen Bestandtheile aus Exhalationen und Sublimationen des Heerdes aufnehmen lasse, kann nicht auffallen, da man ja alle diese Bestandtheile bei thätigen Vulkanen in Spalten sublimiert findet, wohin sie doch nicht in fester Form gelangt seyn können. Wäre denselben während ihres Aufsteigens durch zudringendes Wasser Gelegenheit gegeben, sich mit demselben zu verbinden: so würde dieses bei seinem wieder zu Tage Kommen als Mineralwasser aufgestiegen seyn ...".

Stifft diskutiert aber auch bereits S. 596 und 597 die Möglichkeit, daß durch Exhalationen eines in der Tiefe steckenden Vulkanherdes die Gesteine zur Auflösung vorbereitet und damit „dem von außer Tag aus ins Innere eindringenden Wasser die auflösende Kraft gegeben werden, um die in den Gebirgsgesteinen enthaltenen Bestandteile der Mineralquellen auszulösen, in sich aufzunehmen und so zu Tage zu führen", womit er bereits eine Lateralsekretion annimmt.

So greift Chr. E. Stifft unseren heutigen Anschauungen über Mineralquellengenese — fast nur mit Ausnahme der Heranführung gelöster Bestandteile aus weit entfernt liegenden Salzlagerstätten — erheblich voraus, wenn er vielleicht auch die vulkanische Tätigkeit und das Mitwirken „juveniler" Bestandteile zu stark verallgemeinert.

Zum Schluß gibt Stifft noch Hinweise zum Schutz der Mineralquellen und betont, daß „Aufgrabungen in der Nähe von bestehenden Mineralquellen" nur mit „Sachkenntnis, gehöriger Berücksichtigung der Ortsverhältnisse und überhaupt mit der nötigen Vorsicht unternommen werden", was ja auch in der alten erst am 31. Dezember 1965 abgelaufenen „Nassauischen Verordnung zum Schutze bestehender Mineralquellen" berücksichtigt war. Diese auf Stiffts Untersuchungen zurückgehende „Nassauische Verordnung zum ..." gab den Mineralquellen unserer Nassauischen Heimat (dem ehemaligen Herzogtum Nassau) über 100 Jahre hindurch elastischen aber um so wirksameren Schutz.

LITERATUR

1. BISCHOFF, GUSTAV: Die vulkanischen Mineralquellen Deutschlands und Frankreichs. Hier: Chemische Untersuchung der Mineralwassers zu Geilnau usw. im Herzogtum Nassau. Bonn: Eduard Weber 1826.
2. DOMBROWSKI, HEINZ: Balneologische Untersuchungen der Nauheimer Quellen. Zentr.Bl. f. Bakteriolog. etc. (Stuttgart), 1. Orig. **178**, S. 83—90 (1960).
3. FRESENIUS, W.: Die Quellenanalysen. „Wiesbaden". Sonderheft d. Kur- u. Fremdenblattes, Heft **11**, Wiesbaden 1956. Vgl. auch: Ärztliche Mitteilungen, **21** (1961), S. 1221—1224, Köln.
4. KOCH, C.: Erläuterung z. geolog. Spezialkarte v. Preußen usw., 1:25000 Bl. Wiesbaden, Lief. 15, I. Aufl. Berlin 1880.
5. KÜHN, ROBERT: Beitrag zur geologischen Beurteilung der Wiesbadener Thermen nach den Gehalten an Br, Rb und Cs. Kali und Steinsalz **6** (1965), S. 204—207, Essen.
6. LEPPLA, A. u. STEUER, A.: Erläuterung z. geolog. Karte v. Preußen usw. 1:25000 Bl. Wiesb.-Kastel, Lief. 15, II. Aufl. Berlin 1923.
7. MICHELS, FRANZ: Der Ursprung der Mineralquellen des Taunus. Aus der Natur, 56. Bericht d. Senckenbg. Natf. Ges. **8**, S. 225—238. Frankfurt a. Main 1926.
8. — Erläuterung z. geol. Karte v. Preußen usw. 1:250000 Bl. Eltville-Heidenfahrt, Lief. 288. Berlin 1931; Bl. Wehen.Berlin 1932.
9. — Zur Geologie der Wiesbadener Mineralquellen. Zeitschr. deutsch. geol. Ges., Jg. 1954, **106**, 1. Teil. Hannover 1955 (enthält auch chem. Analysen des Laboratoriums Fresenius).

10a.— Geologie der Quellen Wiesbadens. Sonderheft d. Kur- u. Fremdenblattes, Heft **11**, Wiesbaden 1956.

10b — Geologie der Quellen Wiesbadens. In: Rund um den Kochbrunnen. Wiesbaden Juli 1958.

11. — Zur Geologie der westdeutschen Heilquellen. In: Deutscher Bäderkalender, Ausg. 1958. Gütersloh.
12. — Zur Geologie des Wiesbadener Raumes und seiner Mineralquellen. Ärztliche Mitteilungen, 46. Jg., **21**, S. 1214—1220. Köln 27. Mai 1961.
13. — Zur Geologie der Mineralquellen. In: Therapie der Gegenwart, 101. Jg., S. 420—425. Berlin 1962.
14. — Kraft aus der Erde Schoß. Wiesbaden, Kur- u. Kongreßstadt **23**. Frankfurt a. Main 1963.
15. — Von der Wiesbadener Mineralquellenspalte. In: Jahrbücher Nass. Ver. f. Naturkde. **97**. Wiesbaden 1964.
16. — Die Herkunft der Mineralwasservorkommen am Rande des Taunus und in der Wetterau. In: Der Naturbrunnen **3** (1965).
17. OTT, VIKTOR u. DOMBROWSKI, HEINZ: Mikrofossilien in den Mineralquellen zu Bad Nauheim. Notizbl. Hess. Landesamt f. Bodenforsch. **87**. Wiesbaden 1959.
18. STIFFT, CHRISTIAN ERNST: Geognostische Beschreibung des Herzogtums Nassau in besonderer Beziehung auf die Mineralquellen des Landes. Wiesbaden: Schellenberg 1831.
19. WAGNER, WILHELM: Die Lagerungsverhältnisse am Westufer des Mainzer Beckens bei Kreuznach und der Kochsalzquellen von Bad Kreuznach usw. Notizbl. d. Verf. f. Erdk. V. Folge, Heft 6. Darmstadt 1924.

Abb. 5. Springende Therme, erzielt bei der Erbohrung der Großen Adlerquelle (phot. F. MICHELS).
(Aus Bildarchiv d. Kurbetriebe Wiesbaden).

Abb. 6. Bis 2,40 m hoch springende Therme, erzielt bei der Bohrung I am Kochbrunnen (Salmquelle).
phot. F. MICHELS.

Abb. 7. Bohrung 1 am Kochbrunnen; Springerversuch am 6. April 1966.
phot. F. MICHELS.